

Утверждаю:
Ректор МГТУ им. Н.Э.Баумана
Александров А.А.
_____ подпись

от _____ 2010 г.

**Примерная основная образовательная программа
высшего профессионального образования**

Направление подготовки 151600 «Прикладная механика»

утверждено приказом Минобрнауки России от 17 сентября 2009 г. № 337

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Профиль подготовки «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

Нормативный срок освоения программы – 4 года

Форма обучения – очная

ФГОС ВПО утвержден приказом Минобрнауки России от 09.11.2009 г. №541

Содержание

1. Общие положения	3
2. Список профилей подготовки по направлению 151600 «Прикладная механика»	4
3. Требования к результатам освоения основной образовательной программы	5
4. Примерный учебный план	12
5. Аннотации дисциплин учебного плана подготовки бакалавров по направлению 151600 «Прикладная механика»	18
6. Примерные программы дисциплин	55
7. Список разработчиков ПООП, экспертов.....	84

1. Общие положения.

Примерная основная образовательная программа высшего профессионального образования (ПООП ВПО) по направлению подготовки 151600 «Прикладная механика» является системой учебно-методических документов, сформированной на основе федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВПО) по данному направлению подготовки и рекомендуется вузам для использования при разработке основных образовательных программ (ООП) первого уровня высшего профессионального образования (бакалавр техники и технологий, далее бакалавр) в части:

- набора профилей из числа включенных в Общероссийский классификатор образовательных программ (ОКОП);
- компетентностно - квалификационной характеристики выпускника;
- содержания и организации образовательного процесса;
- ресурсного обеспечения реализации ООП;
- итоговой государственной аттестации выпускников.

Целью разработки ПООП является методическое обеспечение реализации ФГОС ВПО по данному направлению подготовки и разработки высшим учебным заведением ООП первого уровня (бакалавра).

2. Список профилей подготовки бакалавров по направлению «Прикладная механика»

1. Математическое и компьютерное моделирование механических систем и процессов;
2. Экспериментальная механика;
3. Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг;
4. Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры;
5. Компьютерная биомеханика;
6. Триботехника;
7. Механика нано- материалов, структур и систем.

3. Требования к результатам освоения основной образовательной программы.

Область профессиональной деятельности бакалавров включает:

теоретические и расчетно-экспериментальные работы с элементами научных исследований, решение задач прикладной механики – задач динамики, прочности, устойчивости, рациональной оптимизации, долговечности, ресурса, живучести, надежности и безопасности машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры и их элементов;

применение информационных технологий, современных систем компьютерной математики, технологий конечно-элементного анализа, наукоемких компьютерных технологий – программных систем компьютерного проектирования (систем автоматизированного проектирования, САПР; CAD-систем, Computer-Aided Design), программных систем инженерного анализа и компьютерного инжиниринга (CAE-систем, Computer-Aided Engineering);

управление проектами, маркетинг; организация работы научных, проектных и производственных подразделений, занимающихся разработкой и проектированием новой техники и технологий.

Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются:

физико-механические процессы и явления, машины, конструкции, композитные структуры, сооружения, установки, агрегаты, оборудование, приборы и аппаратура и многие другие объекты современной техники, различных отраслей промышленности, транспорта и строительства, для которых проблемы и задачи прикладной механики являются основными и актуальными и которые для своего изучения и решения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, основанных на законах механики:

авиа- и вертолетостроение,

автомобилестроение,

гидро- и теплоэнергетика, атомная энергетика,

гражданское и промышленное строительство;

двигателестроение,

железнодорожный транспорт,

металлургия и металлургическое производство,

нефтегазовое оборудование для добычи, транспортировки, хранения и переработки,

приборостроение, нано/микро системная техника,

ракетостроение и космическая техника,

робототехника и мехатронные системы,

судостроение и морская техника,

транспортные системы,

тяжелое и химическое машиностроение,

электро- и энергомашиностроение;

технологии: информационные технологии, наукоемкие компьютерные технологии на основе применения передовых CAD/CAE-технологий, расчетно-экспериментальные технологии, производственные технологии (технологии создания композиционных материалов, технологии обработки металлов давлением и сварочного производства, технология повышения износостойкости деталей машин и аппаратов), нанотехнологии;

материалы, в первую очередь, новые, перспективные, многофункциональные и “интеллектуальные” материалы, материалы с многоуровневой или иерархической структурой, материалы техники нового поколения, функционирующей в экстремальных условиях, в условиях концентрации напряжений и деформаций, мало- и многоциклового усталости, контактных взаимодействий и разрушений, различных типов изнашивания, а также в условиях механических, и тепловых внешних воздействий.

Бакалавр должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности:

расчетно-экспериментальная деятельность с элементами научно-исследовательской:

сбор и обработка научно-технической информации, изучение передового отечественного и зарубежного опыта по избранной проблеме прикладной механики; анализ поставленной задачи в области прикладной механики на основе подбора и изучения литературных источников;

участие в разработке физико-механических, математических и компьютерных моделей, предназначенных для выполнения исследований и решения научно-технических задач;

участие в расчетно-экспериментальных работах в области прикладной механики в составе научно-исследовательской группы на основе классических и технических теорий и методов, достижений техники и технологий, в первую очередь, с помощью экспериментального оборудования для проведения механических испытаний, высокопроизводитель-

ных вычислительных систем и широко используемых в промышленности наукоемких компьютерных технологий (CAD/CAE-систем мирового уровня);

составление описаний выполненных расчетно-экспериментальных работ, и разрабатываемых проектов, обработка и анализ полученных результатов, подготовка данных для составления отчетов и презентаций, подготовка докладов, статей и другой научно-технической документации;

участие в оформлении отчетов и презентаций, написании рефератов, докладов и статей на основе современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати;

проектно-конструкторская деятельность:

участие в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин;

участие в проектировании деталей и узлов с использованием программных систем компьютерного проектирования (CAD-систем) на основе эффективного сочетания передовых CAD/CAE-технологий и выполнения многовариантных CAE-расчетов;

участие в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций;

участие в работах по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;

производственно-технологическая деятельность:

проведение расчетно-экспериментальных работ по анализу характеристик конкретных механических объектов,

участие в работах по рациональной оптимизации технологических процессов;

участие во внедрении технологических процессов наукоемкого производства, контроля качества материалов, элементов и узлов машин и установок, механических систем различного назначения;

инновационная деятельность:

участие во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики;

организационно-управленческая деятельность:

участие в организации работы, направленной на формирование творческого характера деятельности небольших коллективов, работающих в области прикладной механики;

участие в работах по поиску оптимальных решений при создании отдельных видов

продукции с учетом требований динамики и прочности, долговечности, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности; участие в разработке планов на отдельные виды работ и контроль их выполнения.

Выпускники по направлению подготовки «Прикладная механика» с квалификацией (степенью) «бакалавр техники и технологий» в соответствии с целями и задачами профессиональной деятельности, указанными в ФГОС ВПО, должны обладать следующими компетенциями

А. Общекультурные (ОК):

владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-1);

уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-2);

быть готовым к сотрудничеству с коллегами и к работе в коллективе (ОК-3);

находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и быть готовым нести за них ответственность (ОК-4);

использовать нормативные правовые документы в своей деятельности (ОК-5);

стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6);

уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-7);

осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности (ОК-8);

использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, быть способным анализировать социально значимые проблемы и процессы (ОК-9);

использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях (ОК-10);

способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-11);

владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);

владеть одним из иностранных языков на уровне чтения и понимания научно-технической литературы, быть способным общаться в устной и письменной формах на иностранном языке (ОК-13);

владеть основными знаниями и методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК- 14);

уметь использовать фундаментальные законы природы, законы естественнонаучных дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности (ОК-15);

быть готовым к профессиональному росту, самостоятельно пополнять свои знания, совершенствовать умения и навыки, самостоятельно приобретать и применять новые знания, развивать компетенции (ОК-16);

уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям России, толерантно воспринимать социальные и культурные различия и особенности других стран (ОК-17);

использовать в личной жизни и профессиональной деятельности этические и правовые нормы, регулирующие межличностные отношения и отношение к обществу, окружающей среде, основные закономерности и нормы социального поведения, права и свободы человека и гражданина (ОК-18);

владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК- 19);

владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, быть готовым к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-20);

владеть культурой безопасности, экологическим сознанием и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов жизнедеятельности (ОК-21);

понимать проблемы устойчивого развития и рисков, связанных с деятельностью человека (ОК-22);

владеть приемами рационализации жизнедеятельности, ориентированными на снижение антропогенного воздействия на природную среду и обеспечение безопасности личности и общества (ОК-23).

Б. Профессиональные (ПК):

общепрофессиональные:

расчетно-экспериментальные с элементами научно-исследовательских:

быть способным выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-1);

применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);

быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям (ПК-3);

быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий (широко распространенных в промышленности CAD/CAE-систем мирового уровня: ANSYS, COSMOS, Femap, MSC.Patran / Nastran и др.) и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний (ПК-4);

составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации (ПК-5);

применять программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности, оформлять отчеты и презентации, готовить рефераты, доклады и статьи с помощью современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати (ПК-6);

проектно-конструкторские:

проектировать детали и узлы с использованием программных систем компьютерного проектирования (CAD-систем, например, КОМПАС, AutoCAD, Autodesk Inventor, SolidWorks, Solid Edge и др.) на основе эффективного сочетания передовых CAD-технологий и выполнения многовариантных CAE-расчетов (например, с помощью широко распространенных CAE-систем ANSYS, COSMOS, Femap, MSC.Patran/Nastran и др.) (ПК-7);

участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин (ПК-8);

участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы (ПК-9);

производственно-технологические:

выполнять расчетно-экспериментальные работы по многовариантному анализу характеристик конкретных механических объектов с целью оптимизации технологических процессов (ПК-10);

участвовать во внедрении технологических процессов наукоемкого производства, контроля качества материалов, процессов повышения надежности и износостойкости элементов и узлов машин и установок, механических систем различного назначения (ПК-11);

инновационные:

участвовать во внедрении и сопровождении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики (ПК-12);

организационно-управленческие:

участвовать в организации работы, направленной на формирование творческого характера деятельности небольших коллективов, работающих в области прикладной механики (ПК-13);

участвовать в работах по поиску оптимальных решений при создании отдельных видов продукции с учетом требований динамики и прочности, долговечности, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности (ПК-14);

разрабатывать планы на отдельные виды работ и контролировать их выполнение (ПК-15);

владеть культурой профессиональной безопасности, уметь идентифицировать опасности и оценивать риски в сфере своей профессиональной деятельности (ПК-16);

быть готовым применять профессиональные знания для минимизации негативных экологических последствий, обеспечения безопасности и улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности (ПК-17).

4. ПРИМЕРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН
подготовки бакалавра по направлению "Прикладная механика"
профиль "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры"

Квалификация - бакалавр
 Нормативный срок обучения – 4 года

№ п/п	Наименование дисциплин (в том числе практик)	Зачет-ные единицы	Часы	Примерное распределение по семестрам												
				Трудоемкость по ФГОС	Трудоемкость	1-й семестр	2-й семестр	3-й семестр	4-й семестр	5-й семестр	6-й семестр	7-й семестр	8-й семестр	Форма промежуточной аттестации		
						Количество недель										
						23	29	23	29	23	29	23	29		23	29
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
Б.1 Гуманитарный, социальный и экономический цикл		32	1152													
	Базовая часть	15	540													
1.	История	3	108		x								зачет			
2.	Философия	4	144	x									экзамен			
3.	Иностранный язык	8	288	x	x	x	x						зач.,зач., зач., зач.			
	Вариативная часть, в т.ч. дисциплины по выбору студента	17	612													
4.	Экономика	3	108							x			зачет			
5.	Профессиональный иностранный язык	4	144					x	x				зач., зач.			
6.	Правоведение	2	72							x			зачет			
7.	Русский язык и культура речи	2	72	x							x		зачет			
8.	8.1. Психология	3	108			x							зачет			
	8.2. Социология															
9.	9.1. Основы менеджмента	3	108								x		зачет			
	9.2. Политология															

1.	Инженерная и компьютерная графика	2	72	x								зачет
2.	Теоретическая механика	7	252		x	x						ЭКЗ., ЭКЗ.
3.	Сопротивление материалов	8	288			x	x					ЭКЗ., ЭКЗ.
4.	Основы механики жидкости и газа	4	144					x				ЭКЗАМЕН
5.	Детали машин и основы конструирования	4	144				x					ЭКЗАМЕН
6.	Основы автоматизированного проектирования	2	72								x	зачет
7.	Материаловедение	3	108		x							зачет
8.	Аналитическая динамика и теория колебаний	7	252				x	x				ЭКЗ., ЭКЗ.
9.	Теория упругости	6	216					x				ЭКЗАМЕН
10.	Строительная механика машин	7	252					x	x			ЭКЗ., ЭКЗ.
11.	Вычислительная механика	3	108						x			зачет
12.	Безопасность жизнедеятельности	3	108								x	ЭКЗАМЕН
	Вариативная часть, в т.ч. дисциплины по выбору студента	56	2016									
13.	Механика сплошной среды	3	108			x						ЭКЗАМЕН
14.	Основы теории пластичности и ползучести	3	108							x		зачет
15.	Теория пластин и оболочек	4	144						x			ЭКЗАМЕН
16.	Основы теории управления	4	144						x			ЭКЗАМЕН
17.	Основы прочности конструкций	5	180							x	x	зач., ЭКЗ.
18.	Основы динамики конструкций	8	288						x	x	x	зач., зач., ЭКЗ.
19.	Основы аэрогидроупругости	3	108								x	ЭКЗАМЕН
20.	Основы механики разрушения	3	108							x		ЭКЗАМЕН
21.	Дополнительные главы по деталям машин и основам конструирования	2	108					x				зачет
22.	УИРС	2								x	x	зачет
23.	23.1. Основы теории волн в сплошных средах	3	108							x		ЭКЗАМЕН
	23.2. Термоупругость											
24.	24.1. Основы теории устойчивости механических систем	3	108							x		ЭКЗАМЕН

	24.2. Основы нелинейного деформирования											
25.	25.1. Основы конструкции машин	6	216				x	x				зач., экз.
	25.2. Машины для механических испытаний											
26.	26.1. Экспериментальные методы исследования прочности конструкций	4	144							x		экзамен
	26.2. Планирование эксперимента и методы обработки экспериментальных данных											
27.	27.1. Основы рационального проектирования	3	108							x		зачет
	27.2. Введение в методы оптимизации											
Профиль 4 "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры " *)												
	<i>Б.4 Физическая культура</i>	2	400 ^{**)}	x	x	x	x	x	x			зачет
	<i>Б.5 Учебная и производственная практики (разделом учебной практики может быть НИР обучающегося)</i>	12					x		x		x	
	<i>Б.6 Итоговая государственная аттестация</i>	12									x	
	Всего:	240										

*) В случае необходимости разбивка дисциплин по профилям подготовки может быть также дана в учебных циклах Б.1 «Гуманитарный, социальный и экономический цикл» и Б.2 «Математический и естественнонаучный цикл»

***) В общем балансе трудоемкости часы не учитываются.

В колонках 5-12 символом «x» указываются семестры для данной дисциплины; в колонке 13 указывается форма промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине): «зачет» или «экзамен»

Бюджет времени, в неделях

Курсы	Теоретическое обучение	Экзаменационная сессия	Учебная практика	Производственная практика	Итоговая государственная аттестация	Каникулы	Всего
I	34	7				11	52
II	34	7	3			8	52
III	34	7		3		11	52
IV	26	6		2	8	10	52
Итого:	128	27	3	5	8	37	208

<i>Учебная практика (разделом практики может быть. НИР)</i>		4 семестр
<i>Производственная практика</i>		<u>6,8</u> семестры
<i>Итоговая государственная аттестация:</i>	Подготовка и защита выпускной квалификационной работы	<u>8</u> семестр

Общая трудоёмкость основной образовательной программы (в зачетных единицах):

Теоретическое обучение, включая экзаменационные сессии	- 214
Физическая культура	- 2
Практики (в том числе научно-исследовательская работа)	- 12
Итоговая государственная аттестация	- 12
Итого:	240 зачетных единиц

Настоящий учебный план составлен, исходя из следующих данных:

1. Срок освоения основной образовательной программы подготовки бакалавра при очной форме обучения составляет 208 недель, в том числе теоретическое обучение (включая практикумы, лабораторные работы и время, отводимое на контроль качества обучения) не менее 134 недель.
2. Максимальный объем учебной работы студента устанавливается 54 часа в неделю, включая все виды его аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы.
3. Одна зачетная единица эквивалентна 36 часам учебной работы студента. При проектировании программы обучения по физической культуре – одна зачетная единица эквивалентна 200 часам учебной работы студента.
4. Трудоёмкость основной образовательной программы за учебный год – 60 зачетных единиц.
5. Объем аудиторных занятий студента при очной форме обучения бакалавра не должен превышать в среднем за период обучения 27-29 часов в неделю.
6. Общий объем каникулярного времени в учебном году должен составлять 7-10 недель, в том числе не менее двух недель в зимний период. На выпускном курсе предусматривается 8 недель последипломого отпуска.

Примечание:

Настоящий примерный учебный план составлен в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) высшего профессионального образования по направлению подготовки «Прикладная механика».

Примерный учебный план используется для составления учебного плана вуза по данному направлению подготовки.

В рабочем учебном плане рекомендуется сохранить позиции, указанные в примерном плане для первых двух лет обучения.

Курсовые работы (проекты), текущая и промежуточная аттестации (зачеты и экзамены) рассматриваются как вид учебной работы по дисциплине и выполняются в пределах трудоемкости, отводимой на ее изучение.

Учебная практика и подготовка квалификационной работы выполняются в течение соответствующего семестра одновременно с теоретическими занятиями.

5. Аннотации и примерные программы дисциплин учебного плана подготовки бакалавров по направлению 151600 «Прикладная механика», профиль "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры"

Б.1 Гуманитарный, социальный и экономический цикл.

Б.1.1. История.

Сущность, формы, функции исторического знания. Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника. Отечественная историография в прошлом и настоящем: общее и особенное. Методология и теория исторической науки. История России - неотъемлемая часть всемирной истории.

Античное наследие в эпоху Великого переселения народов. Проблема этногенеза восточных славян. Основные этапы становления государственности. Древняя Русь и кочевники. Византийско-древнерусские связи. Особенности социального строя Древней Руси. Этнокультурные и социально-политические процессы становления русской государственности. Принятие христианства. Распространение ислама. Эволюция восточнославянской государственности в XI-XII вв. Социально-политические изменения в русских землях в XIII-XV вв. Русь и Орда: проблемы взаимовлияния.

Россия и средневековые государства Европы и Азии. Специфика формирования единого российского государства. Возвышение Москвы. Формирование сословной системы организации общества. Реформы Петра I. Век Екатерины. Предпосылки и особенности складывания российского абсолютизма. Дискуссии о генезисе самодержавия.

Особенности и основные этапы экономического развития России. Эволюция форм собственности на землю. Структура феодального землевладения. Крепостное право в России. Мануфактурно-промышленное производство. Становление индустриального общества в России: общее и особенное. Общественная мысль и особенности общественного движения России XIX в. Реформы и реформаторы в России. Русская культура XIX века и ее вклад в мировую культуру.

Роль XX столетия в мировой истории. Глобализация общественных процессов. Проблема экономического роста и модернизации. Революции и реформы. Социальная трансформация общества. Столкновение тенденций интернационализма и национализма, интеграции и сепаратизма, демократии и авторитаризма.

Россия в начале XX в. Объективная потребность индустриальной модернизации России. Российские реформы в контексте общемирового развития в начале века. Политические партии России: генезис, классификация, программы, тактика.

Россия в условиях мировой войны и общенационального кризиса. Революция 1917 г. Гражданская война и интервенция, их результаты и последствия. Российская эмиграция. Социально-экономическое развитие страны в 20-е гг. НЭП. Формирование однопартийного политического режима. Образование СССР. Культурная жизнь страны в 20-е гг. Внешняя политика.

Курс на строительство социализма в одной стране и его последствия. Социально-экономические преобразования в 30-е гг. Усиление режима личной власти Сталина. Сопротивление сталинизму.

СССР накануне и в начальный период второй мировой войны. Великая Отечественная война.

Социально-экономическое развитие, общественно-политическая жизнь, культура, внешняя политика СССР в послевоенные годы. Холодная война.

Попытки осуществления политических и экономических реформ. НТР и ее влияние на ход общественного развития.

СССР в середине 60-80-х гг.: нарастание кризисных явлений.

Советский Союз в 1985-1991 гг. Перестройка. Попытка государственного переворота 1991 г. и ее провал. Распад СССР. Беловежские соглашения. Октябрьские события 1993 г.

Становление новой российской государственности (1993-1999 гг.). Россия на пути радикальной социально-экономической модернизации. Культура в современной России. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации.

Б.1.2. Философия.

Предмет философии. Место и роль философии в культуре. Цивилизационные особенности становления философии. Исторические типы и направления в философии, основные этапы исторического развития философии, структура философского знания. Бытие. Понятия духа, материи и сознания; пространства и времени, движения. Научные, философские и религиозные картины мира. Диалектика, ее принципы и законы. Развитие, его модели и законы. Человек, общество, культура. Человек и природа. Производство и его роль в жизни человека. Общество и его структура. Человек в системе социальных связей. Человек как творец и творение культуры. Человек и исторический процесс; личность и массы; свобода и необходимость. Познание. Соотношение мнения, веры, понимания, интерпретации и знания. Становление субъектно-объектного видения мира. Рациональное и иррациональное; интуиция. Мистицизм в познании. Отражение. Истина и ее критерии. Практика. Научное и вненаучное знание. Структура научного познания, его методы и формы. Научные революции и смена типов рациональности. Познавательные, этические и эстетические ценности. Смысл существования человека. Будущее человечества. Глобальные проблемы современности.

Б.1.3. Иностранный язык.

Специфика артикуляции звуков, интонации, акцентуации и ритма нейтральной речи в изучаемом языке; основные особенности полного стиля произношения, характерные для сферы профессиональной коммуникации; чтение транскрипции. Лексический минимум в объеме 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера. Понятие дифференциации лексики по сферам применения (бытовая, терминологическая, общенаучная, официальная и другая). Понятие о свободных и устойчивых словосочетаниях, фразеологических единицах.

Понятие об обиходно-литературном, официально-деловом, научном стилях, стиле художественной литературы. Основные особенности научного стиля. Культура и традиции стран изучаемого языка, правила речевого этикета. Говорение. Диалогическая и монологическая речь с использованием наиболее употребительных и относительно простых лексико-грамматических средств в основных коммуникативных ситуациях неофициального и официального общения. Основы публичной речи (устное сообщение, доклад). Аудирование. Понимание диалогической и монологической речи в сфере бытовой и профессиональной коммуникации. Чтение. Виды текстов: несложные прагматические тексты и тексты по широкому и узкому профилю специальности. Письмо. Виды речевых произведений: аннотация, реферат, тезисы, сообщения, частное письмо, деловое письмо, биография.

Вариативная часть, в том числе дисциплины по выбору студента:

Б.1.4. Экономика.

Введение в экономическую теорию. Блага. Потребности, ресурсы. Экономический выбор. Экономические отношения. Экономические системы. Основные этапы развития экономической теории. Методы экономической теории.

Микроэкономика. Рынок. Спрос и предложение. Потребительские предпочтения и предельная полезность. Факторы спроса. Индивидуальный и рыночный спрос. Эффект дохода и эффект замещения. Эластичность. Предложение и его факторы. Закон убывающей предельной производительности. Эффект масштаба. Виды издержек. Фирма. Выручка и прибыль. Принцип максимизации прибыли. Предложение совершенно конкурентной фирмы и отрасли. Эффективность конкурентных рынков. Рыночная власть. Монополия. Монополистическая конкуренция. Олигополия. Антимонопольное регулирование. Спрос на факторы производства. Рынок труда. Спрос и предложение труда. Заработная плата и занятость. Рынок капитала. Процентная ставка и инвестиции. Рынок земли. Рента. Общее равновесие и благосостояние. Распределение доходов. Неравенство. Внешние эффекты и общественные блага. Роль государства.

Макроэкономика. Национальная экономика как целое. Кругооборот доходов и продуктов. ВВП и способы его измерения. Национальный доход. Располагаемый личный доход. Индексы цен. Безработица и ее формы. Инфляция и ее виды. Экономические циклы. Макроэкономическое равновесие. Совокупный спрос и совокупное предложение. Стабилизационная политика. Равновесие на товарном рынке. Потребление и сбережения. Инвестиции. Государственные расходы и налоги. Эффект мультипликатора. Бюджетно-налоговая политика. Деньги и их функции. Равновесие на денежном рынке. Денежный мультипликатор. Банковская система. Денежно-кредитная политика. Экономический рост и развитие. Международные экономические отношения. Внешняя торговля и торговая политика. Платежный баланс. Валютный курс.

Особенности переходной экономики России. Приватизация. Формы собственности. Предпринимательство. Теневая экономика. Рынок труда. Распределение и доходы. Преобразо-

вания в социальной сфере. Структурные сдвиги в экономике. Формирование открытой экономики.

Б.1.5. Профессиональный иностранный язык.

Владение технической терминологией на языке оригинала - ключ к чтению иностранной литературы. Общенаучная иностранная техническая терминология и ее отличия от терминологии в изданиях по механике. Терминология на иностранном языке, применяемая в основных курсах направления «Прикладная механика». Рекомендованные для студентов основные издания на иностранном языке. Презентация результатов научной работы на иностранном языке.

Б.1.6. Правоведение.

Государство и право. Их роль в жизни общества. Норма права и нормативно-правовые акты. Основные правовые системы современности. Международное право как особая система права. Источники российского права Закон и подзаконные акты. Система российского права. Отрасли права. Правонарушение и юридическая ответственность. Значение законности и правопорядка в современном обществе. Правовое государство. Конституция Российской Федерации - основной закон государства. Особенности федеративного устройства России. Система органов государственной власти в Российской Федерации. Понятие гражданского правоотношения. Физические и юридические лица. Право собственности. Обязательства в гражданском праве и ответственность за их нарушение. Наследственное право. Брачно-семейные отношения. Взаимные права и обязанности супругов, родителей и детей. Ответственность по семейному праву. Трудовой договор (контракт). Трудовая дисциплина и ответственность за ее нарушение. Административные правонарушения и административная ответственность. Понятие преступления. Уголовная ответственность за совершение преступлений. Экологическое право. Особенности правового регулирования будущей профессиональной деятельности. Правовые основы защиты государственной тайны. Законодательные и нормативно-правовые акты в области защиты информации и государственной тайны.

Б.1.7. Русский язык и культура речи.

Стили современного русского литературного языка. Языковая норма, ее роль в становлении и функционировании литературного языка.

Речевое взаимодействие. Основные единицы общения. Устная и письменная разновидности литературного языка. Нормативные, коммуникативные, этические аспекты устной и письменной речи.

Функциональные стили современного русского языка. Взаимодействие функциональных стилей.

Научный стиль. Специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Речевые нормы учебной и научной сфер деятельности.

Официально-деловой стиль, сфера его функционирования, жанровое разнообразие. Языковые формулы официальных документов. Приемы унификации языка служебных документов. Интернациональные свойства русской официально-деловой письменной речи.

Язык и стиль распорядительных документов. Язык и стиль коммерческой корреспонденции. Язык и стиль инструктивно-методических документов. Реклама в деловой речи. Правила оформления документов. Речевой этикет в документе.

Жанровая дифференциация и отбор языковых средств в публицистическом стиле. Особенности устной публичной речи. Оратор и его аудитория. Основные виды аргументов. Подготовка речи: выбор темы, цель речи, поиск материала, начало, развертывание и завершение речи. Основные приемы поиска материала и виды вспомогательных материалов. Словесное оформление публичного выступления. Понятливость, информативность и выразительность публичной речи.

Разговорная речь в системе функциональных разновидностей русского литературного языка. Условия функционирования разговорной речи, роль внеязыковых факторов.

Культура речи. Основные направления совершенствования навыков грамотного письма и говорения.

Б.1.8.1. Психология (по выбору).

Предмет, объект и методы психологии. Место психологии в системе наук. История развития психологического знания и основные направления в психологии. Индивид, личность, субъект, индивидуальность. Психика и организм. Психика, поведение и деятельность. Основные функции психики. Развитие психики в процессе онтогенеза и филогенеза. Мозг и психика. Структура психики. Соотношение сознания и бессознательного. Основные психические процессы. Структура сознания. Познавательные процессы. Ощущение. Восприятие. Представление. Воображение. Мышление и интеллект. Творчество. Внимание. Мнемические процессы. Эмоции и чувства. Психическая регуляция поведения и деятельности. Общение и речь. Психология личности. Межличностные отношения. Психология малых групп. Межгрупповые отношения и взаимодействия.

Б.1.8.2. Социология (по выбору).

Предыстория и социально-философские предпосылки социологии как науки. Социологический проект О. Конта. Классические социологические теории. Современные социологические теории. Русская социологическая мысль. Общество и социальные институты. Мировая система и процессы глобализации. Социальные группы и общности. Виды общностей. Общность и личность. Малые группы и коллективы. Социальная организация. Социальные движения. Социальное неравенство, стратификация и социальная мобильность. Понятие социального статуса. Социальное взаимодействие и социальные отношения. Общественное мнение как институт гражданского общества. Культура как фактор социальных изменений. Взаимодействие экономики, социальных отношений и культуры. Личность как социальный тип. Социальный контроль и девиация. Личность как деятельный субъект. Социальные изменения. Социальные революции и реформы. Концепция социального прогресса. Формирование мировой системы. Место России в мировом сообществе. Методы социологического исследования.

Б.1.9.1. Основы менеджмента (по выбору).

Сущность концепции инновационного менеджмента. Научно-технический прогресс и развитие мировой экономики. Понятие инновации, классификация инноваций. Радикальные инновации, определяющие технологический уклад в XXI веке. Инновационная сфера и инфраструктура. Маркетинг в инновационной сфере: тактический и стратегический. Жизненный цикл инноваций. Жизненный цикл изделия, его пять фаз. Жизненный цикл инноваций. Структура, особенности и этапы инновационного процесса. Управления инновационным процессом, факторы его интенсификации. Инновационный потенциал организации и его развитие. Стратегический инновационный маркетинг. Инновационная деятельность, модели ее организации и управления. Инновационная деятельность как объект инвестирования. Конкуренция как рыночный генератор инновационной деятельности. Интеллектуальная собственность, формы и методы ее государственной охраны. Особенности и проблемы формирования отечественного рынка новшеств. Государственная инновационная политика. Управление инновационными процессами. Методы реализации инновационной политики государства. Виды инновационных стратегий на предприятии. Венчурный капитал – основа для внедрения новшеств в организациях. Инновационный маркетинг. Инновационный проект, его участники. Показатели оценки экономической эффективности инвестиционно-инновационного проекта: чистый доход, чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, срок окупаемости. Модель дисконтированных денежных потоков. Понятие инвестиций. Реальные и финансовые инвестиции. Прямые и портфельные инвестиции. Субъекты и объект инвестиционной деятельности. Цена заемного капитала. Виды инновационных рисков. Учет и соблюдение экологических требований при реализации инновационных проектов. Управление персоналом. Кадровый менеджмент. Механизм управления человеческими ресурсами. Принципы построения систем управления. Поведение личности в организации.

Б.1.9.2. Политология (по выбору).

Объект, предмет и метод политической науки. Функции политологии. Политическая жизнь и властные отношения. Роль и место политики в жизни современных обществ. Социальные функции политики. История политических учений. Российская политическая традиция: истоки, социокультурные основания, историческая динамика. Современные политологические школы. Гражданское общество, его происхождение и особенности. Особенности становления гражданского общества в России. Институциональные аспекты политики. Политическая власть. Политическая система. Политические режимы, политические партии, электоральные системы. Политические отношения и процессы. Политические конфликты и способы их разрешения. Политические технологии. Политический менеджмент. Политическая модернизация. Политические организации и движения. Политические элиты. Политическое лидерство. Социокультурные аспекты политики. Мировая политика и международные отношения. Особенности мирового политического процесса. Национально-государственные интересы России в новой геополитической ситуации. Методология познания политической реальности. Парадигмы политического знания. Экспертное политическое знание; политическая аналитика и прогностика.

Б.2. Математический и естественнонаучный цикл.

Б.2.1. Математический анализ.

Введение в математический анализ. Множества. Операции с множествами. Декартово произведение множеств. Отображения множеств. Мощность множества. Множество вещественных чисел.

Функция. Область ее определения. Сложные и обратные функции. График функции. Основные элементарные функции, их свойства и графики. Комплексные числа и действия над ними. Изображение комплексных чисел на плоскости. Модуль и аргумент комплексного числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы комплексного числа. Показательная форма комплексного числа. Формула Эйлера. Корни из комплексных чисел. Числовые последовательности. Предел числовой последовательности. Критерий Коши. Арифметические свойства пределов. Переход к пределу в неравенствах. Существование предела монотонной ограниченной последовательности.

Предел и непрерывность функции действительной переменной. Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции. Односторонние пределы. Пределы монотонных функций. Замечательные пределы.

Непрерывность функции в точке. Локальные свойства непрерывных функций. Непрерывность сложной и обратной функций. Непрерывность элементарных функций. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва, их классификация. Сравнение функций. Символы o и θ . Эквивалентные функции. Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, существование наибольшего и наименьшего значений, промежуточные значения. Теорема об обратной функции.

Дифференциальное исчисление функций одной переменной. Понятие функции, дифференцируемой в точке. Дифференциал функции, его геометрический смысл. Общее представление о методах линеаризации.

Производная функции, ее смысл в различных задачах. Правила нахождения производной и дифференциала. Производная сложной и обратной функций. Инвариантность формы дифференциала. Дифференцирование функций, заданных параметрически.

Точки экстремума функции. Теорема Ферма. Теоремы Роля, Лагранжа, Коши, их применение. Правило Лопиталя.

Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и в форме Лагранжа. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора. Применение формулы Тейлора для приближенных вычислений.

Условия монотонности функции. Экстремум функции, необходимое условие. Достаточные условия. Отыскание наибольшего и наименьшего значений функции, дифференцируемой на отрезке.

Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты функций. Понятие об асимптотическом разложении. Общая схема исследования функции и построения ее графика.

Вектор-функция скалярного аргумента. Понятие кривой, гладкая кривая. Касательная к кривой. Кривизна кривой. Радиус кривизны. Главная нормаль. Бинормаль. Кручение кривой.

Интегральное исчисление функций одной переменной. Первообразная. Неопределенный интеграл и его свойства. Табличные интегралы. Замена переменной и интегрирование по частям в неопределенном интеграле.

Многочлены. Теорема Безу. Основная теорема алгебры. Разложение многочлена с действительными коэффициентами на линейные и квадратичные множители. Разложение рациональных дробей. Интегрирование некоторых иррациональных и трансцендентных функций. Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла. Определенный интеграл, его свойства. Формула Ньютона-Лейбница, ее применение для вычисления определенных интегралов. Геометрические и механические приложения определенного интеграла.

Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций, их основные свойства. Понятие сингулярных интегралов.

Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. Пространство \mathbb{R}^n . Множества в \mathbb{R}^n : открытые, замкнутые, ограниченные, линейно связные, выпуклые. Компактность. Функции нескольких переменных. Предел и непрерывность функции. Функции, непрерывные на компактах. Промежуточные значения непрерывных функций на линейно связных множествах.

Частные производные. Полный дифференциал, его связь с частными производными. Инвариантность формы полного дифференциала. Касательная плоскость к поверхности. Геометрический смысл полного дифференциала. Производная по направлению. Градиент. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.

Отображения $\mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$. Непрерывные и дифференцируемые отображения. Функциональные определители. Условие независимости системы функций. Неявные функции. Теоремы существования. Дифференцирование неявных функций. Теорема об обратном отображении.

Экстремумы функций нескольких переменных. Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Двойной и тройной интегралы, их свойства. Сведение кратного интеграла к повторному. Понятие n -кратного интеграла. Замена переменных в кратных интегралах. Полярные, цилиндрические и сферические координаты.

Криволинейные интегралы. Их свойства и вычисление. Поверхностные интегралы. Их свойства и вычисление. Геометрические и механические приложения кратных, криволинейных и поверхностных интегралов.

7. Теория поля. Скалярное и векторное поле. Циркуляция векторного поля вдоль кривой. Работа силового поля. Поток поля через поверхность. Формула Гаусса-Остроградского. Дивергенция векторного поля, ее физический смысл. Формула Стокса. Ротор векторного поля. Оператор Гамильтона.

Потенциальное поле, его свойства. Условие потенциальности. Нахождение потенциала. Соленоидальное поле, его свойства и строение. Поле ротора. Векторный потенциал.

Числовые и функциональные ряды. Числовые ряды. Сходимость и сумма ряда. Необходимое условие сходимости. Действия с рядами. Ряды с неотрицательными членами. Признаки сходимости.

Знакопеременные ряды, ряды с комплексными членами. Абсолютная и условная сходимости. Признак Лейбница. Свойства абсолютно сходящихся рядов.

Функциональные ряды. Область сходимости. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. Свойства равномерно сходящихся рядов: почленное дифференцирование и интегрирование.

Степенные ряды. Теорема Абеля. Круг сходимости. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение функций в степенные ряды. Приложение рядов.

Гармонический анализ. Нормированные пространства, бесконечномерные евклидовы пространства. Сходимость по норме. Ортогональные и ортонормированные системы. Процесс ортогонализации.

Ряды Фурье по ортогональным системам. Минимальное свойство частных сумм рядов Фурье. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля-Стеклова. Полнота и замкнутость системы. Тригонометрические ряды Фурье. Интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность. Дифференцирование и интегрирование по параметру.

Несобственные интегралы, зависящие от параметра.

Интеграл Фурье. Преобразование Фурье. Формула обращения. Свойства преобразования Фурье.

Б.2.2. Линейная алгебра и аналитическая геометрия.

1. Матрицы, определители, системы линейных алгебраических уравнений, линейные пространства. Матрицы, виды матриц. Операции над матрицами, свойства этих операций. Определитель n -го порядка. Разложение определителя по элементам строки (столбца). Свойства определителя. Определитель произведения квадратных матриц. Вычисление определителей.

Обратная матрица. Матричные уравнения $AX=B$, $YA=B$. Системы линейных алгебраических уравнений. Основные понятия. Запись в матричной форме. Теорема Крамера. Арифметическое пространство. Линейная зависимость и линейная независимость векторов. Свойства. Базис и размерность.

Ранг матрицы, нахождение его методом элементарных преобразований. Базисный минор. Теорема о ранге матрицы. Необходимое и достаточное условие равенства нулю определителя n -го порядка. Теорема Кронекера-Капелли. Алгоритм решения неоднород-

ной системы уравнений. Однородные системы. Фундаментальная система решений. Структура общего решения однородной системы. Структура общего решения неоднородной системы.

Линейные пространства, определение, примеры. Линейная зависимость и независимость системы векторов. Размерность линейного пространства, базис, координаты вектора. Линейные операции в координатной форме. Связь между координатами вектора в разных базисах. Линейные подпространства. Евклидово пространство, скалярное произведение в ортонормированном базисе. Линейные преобразования, определения, матрица преобразования. Связь матриц преобразования в различных базисах. Действия над линейными преобразованиями, обратное преобразование. Собственные векторы и собственные значения линейного преобразования. Характеристический многочлен. Свойства собственных векторов. Приведение матрицы преобразования к диагональному виду в случае простого спектра.

2. Векторная алгебра. Аффинная система координат на прямой, плоскости и в пространстве. Прямоугольная система координат. Выражение координат вектора через координаты начала и конца. Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов, их свойства, выражение через координаты сомножителей. Геометрические приложения.

3. Аналитическая геометрия. Уравнение линии и поверхности. Алгебраические кривые и поверхности. Уравнение окружности и сферы. Прямая линия на плоскости (различные уравнений). Взаимное расположение двух прямых. Расстояние от точки до прямой.

Плоскость в пространстве. Различные виды уравнений плоскости. Взаимное расположение двух плоскостей. Расстояние от точки до плоскости. Прямая линия в пространстве, ее уравнения: общие, векторно-параметрическое, каноническое. Взаимное расположение двух прямых в пространстве, прямой и плоскости.

Кривые и поверхности 2-го порядка, их канонические уравнения. Исследование формы поверхности методом параллельных сечений.

4. Линейные операторы на линейных пространствах. Линейные подпространства, признак, размерность. Две формы задания: линейной оболочкой и системой линейных алгебраических уравнений. Операции над подпространствами, прямая сумма.

Линейные операторы, свойства, связь размерностей отображаемых пространств. Задание оператора образами базисных векторов. Матрица линейного оператора. Связь координат образа и прообраза. Связь матриц линейного оператора в разных базисах. Ранг оператора. Действия над линейными операторами. Линейные пространства операторов и преобразований. Матрицы суммы, произведения на число и произведения операторов. Ранг произведения. Коммутативные операторы. Обратный оператор. Матрица обратного преобразования. Образ и ядро оператора как подпространства. Их задание в координатной форме. Условия инъективности, сюръективности и биективности линейного оператора. Изоморфизм и автоморфизм линейных пространств.

5. Функции на линейных пространствах. Линейные функции на линейных пространствах. Сопряженное пространство. Строка линейной функции, линейная форма. Связь строк в разных базисах. Второе сопряженное пространство. Ковариантные и контравариантные базисы, векторы и координаты. Изоморфизм исходного и второго сопряженного пространств.

Билинейные функции, определение, действия над ними. Матрица билинейной функции, билинейная форма. Координатная форма действий над билинейными функциями. Изоморфизм пространств билинейных функций и квадратных матриц. Связь матриц билинейных функций в разных базисах. Симметрические и кососимметрические функции, их матрицы. Квадратичные функции, порождающие их билинейные функции. Полярная функция, ее единственность. Метод Лагранжа приведения квадратичной функции к каноническому виду. Нормальный вид и инварианты квадратичной функции.

6. Евклидовы пространства. Определение, свойства скалярного произведения. Модуль вектора, расстояние и угол между векторами. Неравенства Коши-Буняковского-Шварца и треугольника. Матрица Грама. Ортогональные и ортонормированные системы векторов. Линейная независимость ненулевой ортогональной системы. Процесс ортогонализации. Свойства матрицы Грама. Равенство Парсеваля. Ортогональные матрицы, связь ортонормированных базисов. Ортогональные подпространства и ортогональное дополнение подпространства. Задание ортогонального дополнения. Разложение евклидова пространства в прямую сумму подпространства и его ортогонального дополнения. Дополнение ненулевой ортогональной системы векторов до ортогонального базиса.

Изоморфизм евклидовых пространств, определение, связь с обратным оператором. Изоморфизм как отношение эквивалентности. Размерность изоморфных пространств.

Сопряженные преобразования, связь их матриц. Существование, единственность и свойства сопряженного преобразования. Связь собственных векторов и собственных значений сопряженных преобразований. Свойства образов и ядер сопряженных преобразований.

Нормальные преобразования, определение, вид матрицы, свойства собственных векторов, существование ортогонального базиса из собственных векторов. Самосопряженные преобразования, определение, вид матрицы, произведение, действительность характеристических чисел, диагонализация.

Линейные функции на евклидовых пространствах, теорема Рисса, изоморфизм исходного и сопряженного пространств. Связь строки функции и столбца присоединенного вектора. Контравариантный базис и ковариантные координаты вектора в евклидовом пространстве. Матрица перехода от ковариантного к ковариантному базису. Связь матрицы преобразования в ковариантном базисе с матрицей сопряженного преобразования в контравариантном базисе. Билинейные функции на евклидовом пространстве. Изоморфизм пространств билинейных функций и преобразований на линейных пространствах. Присоединенное к билинейной функции линейное преобразование, его существование и единственность. Связь матриц присоединенного преобразования и функции.

Самосопряженность присоединенного к симметрической билинейной функции преобразования. Присоединенное к квадратичной функции линейное преобразование. Собственные значения и собственные векторы присоединенного к квадратичной функции преобразования, Обобщенная задача на собственные значения. Существование канонического ортонормированного базиса. Экстремальные свойства квадратичных функций. Связь стационарных точек квадратичных функций с собственными векторами обобщенной задачи. Задача о паре форм, достаточные условия существования решения.

7. Аффинные и точечные евклидовы пространства. Аффинное пространство, определение, следствия. Линейное пространство как аффинное. Аффинная система координат, размерность аффинного пространства. Аффинное подпространство и плоскость, их связь. Размерность и параметрические уравнения плоскости. Определение осей координат и координатных плоскостей. Определения точечного евклидова пространства, ПДСК. Расстояние между точками. Ортогональное дополнение к плоскости, его свойства. Векторное уравнение плоскости.

Б.2.3. Информационные технологии.

Понятие информации, общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации; технические и программные средства реализации информационных процессов; модели решения функциональных и вычислительных задач; алгоритмизация и программирование; языки программирования высокого уровня; базы данных; программное обеспечение и технологии программирования; локальные и глобальные сети ЭВМ; основы защиты информации и сведений, составляющих государственную тайну; методы защиты информации; компьютерный практикум. Способы проектирования алгоритмов, структуризация алгоритмов; процедуры, отладка и тестирование программ, применение и модификация программных продуктов; текстовые редакторы и их применение.

Б.2.4. Основы вариационного исчисления.

Функционал. Вариация функционала и её свойства. Два определения вариации. Непрерывность функционала. Экстремум функционала.

Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Пять частных случаев уравнения Эйлера. Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления. Функционалы, зависящие от производных высших порядков, зависящие от нескольких функций и от функций с несколькими независимыми переменными.

Поле экстремалей. Однопараметрические семейства полей. Достаточные условия Якоби и Лежандра. Достаточные условия экстремума функционала. Достаточные условия Вейерштрасса. Достаточные условия Лежандра.

Вариационные задачи с подвижными границами. Геодезическое расстояние.

Б.2.5. Уравнения математической физики.

Основные задачи. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных. Колебательные процессы, теплопроводность и диффузия, стационарные процессы. Электромагнитное поле, уравнения Максвелла. Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка и приведение их к канони-

ческому виду. Характеристическое уравнение. Постановка основных задач: задача Коши, краевые задачи, смешанные задачи, корректность постановки задач.

Методы решения. Уравнение Лапласа. Формула Грина. Теорема о среднем, принцип максимума. Функция Грина и ее применение к решению краевых задач. Формула Пуассона для шара, круга. Задача на собственные значения и собственные функции для оператора Лапласа. Свойства собственных функций и собственных значений. Метод Фурье решения краевых задач для уравнения Пуассона и смешанных задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности. Функции Бесселя. Решение краевых задач для уравнения Пуассона и смешанных задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности в цилиндрических областях.

Задача Коши для волнового уравнения. Формулы Даламбера, Пуассона, Кирхгофа. Принцип Гюйгенса. Задача Коши для уравнения теплопроводности. Интеграл Пуассона.

Б.2.6. Физика.

1. Электричество. Постоянное электрическое поле в вакууме. Электрическое поле в диэлектриках. Проводники в постоянном электрическом поле. Электрический ток.

2. Магнетизм. Действие магнитного поля на заряды и токи. Постоянное магнитное поле в вакууме и веществе.

3. Электромагнетизм. Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания. Электромагнитное поле. Электромагнитные волны.

4. Волновая оптика. Интерференция. Дифракция. Поляризация света. Взаимодействие света с веществом.

5. Квантовая оптика. Тепловое излучение. Фотоны.

6. Атомная физика. Боровская теория атома. Основы квантовой механики. Строение атома. Молекулы.

7. Газы и жидкости. Кинетическая теория равновесного идеального газа. Термодинамика идеального газа. Явления переноса в газах. Реальные газы. Агрегатное состояние вещества. Равновесие фаз и фазовые переходы. Явления на поверхности жидкости. Квантовые газы.

Б.2.7. Экология.

Экологические системы, их структура и характеристики. Антропогенное воздействие на окружающую среду. Источники загрязнения окружающей среды. Предельно допустимые антропогенные воздействия как причины экологических катастроф. Климат и человек. Экология технологических систем. Нормативные экологические показатели. экологический паспорт предприятия. Законодательство в области охраны окружающей среды.

Вариативная часть, в том числе дисциплины по выбору студента.

Б.2.8. Основы функционального анализа

Метрические пространства. Открытые и замкнутые множества. Полнота и сепарабельность. Компактность в метрических пространствах. Принцип сжимающих отображе-

ний. Векторные пространства. Линейные операторы и функционалы. Выпуклые множества и выпуклые функционалы. Теорема Хана-Банаха.

Нормированные пространства. Свойства нормы. Примеры различных нормированных пространств. Нормированные пространства функций и последовательностей. Гильбертово пространство. Ортогональные системы в гильбертовом пространстве.

Линейные операторы и функционалы. Пространство операторов и сопряжённое пространство. Примеры сопряженных пространств. Непрерывность и ограниченность. Функционалы и операторы в различных пространствах. Нелинейные функционалы. Дифференцируемость.

Обобщённые функции. Пространство основных функций. Действия над обобщёнными функциями.

Интегральные уравнения. Однородное и неоднородное уравнения Фредгольма. Резольвента. Уравнения Вольтерра. Корректные и некорректные задачи. Решение интегральных уравнений методом последовательных приближений.

Б.2.9. Теория вероятностей и случайные процессы.

1. Введение. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятностное пространство. Свойства вероятности. Условная вероятность. Теорема и формула Байеса. Формула полной вероятности. Независимость событий. Основные дискретные распределения: равномерное, биномиальное, полиномиальное, гипергеометрическое, Пуассона.

2. Случайные величины. Определение случайной величины. Функции распределения и их свойства. Типы случайных величин. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, моменты высших порядков, их свойства. Неравенство Чебышева. Функции от случайных величин, их распределение. Распределение суммы независимых случайных величин. Основные непрерывные распределения: равномерное, нормальное, экспоненциальное, Коши, связанные с нормальным.

3. Случайные векторы. Определение случайного вектора. Многомерная функция распределения случайного вектора и ее свойства. Числовые характеристики распределения случайного вектора. Числовые характеристики зависимости компонент случайного векторов: матрица ковариаций случайного вектора, коэффициент корреляции, их свойства. Независимость и некоррелированность. Многомерное нормальное распределение.

4. Предельные теоремы теории вероятностей. Предельные теоремы для схемы Бернулли: закон больших чисел, локальная предельная теорема, интегральная предельная теорема Муавра-Лапласа, теорема Пуассона. Характеристические функции и их свойства. Центральная предельная теорема и следствия из нее.

5. Элементы теории случайных процессов. Случайные процессы: определение и вероятностные характеристики. Стационарные случайные процессы. Марковские процессы. Диффузионные процессы. Цепи Маркова.

6. Прикладные задачи теории вероятностей. Потоки событий. Временные ряды. Метод наименьших квадратов. Системы массового обслуживания. Понятия теории надежности.

Б.2.10. Практикум по информационным технологиям

Поиск научно-технической информации в Интернете. Размещение информации о научных разработках в Интернете. Основы языка разработки сайтов HTML. Разработка простейших сайтов. Автоматизированная разработка сайтов. Конструктор сайтов. Шаблоны сайтов. Понятие о хостинге. Размещение ссылок на информационный сайт в Интернете.

Б.2.11. Обыкновенные дифференциальные уравнения.

1. Введение. Основные определения для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) и систем ОДУ (СОДУ). Дополнительные условия в задачах для ОДУ и СОДУ. Примеры задач, приводящихся к ОДУ. Связь ОДУ и СОДУ.

2. ОДУ I порядка. Геометрический смысл, поле направлений, изоклины. ОДУ I порядка, интегрируемые в квадратурах: с разделяющимися переменными, однородные, линейные, Бернулли, в полных дифференциалах, не разрешенные относительно производной, Лагранжа и Клеро. Интегрирование ОДУ, допускающих понижение порядка.

3. Существование и единственность, функциональные свойства решения начальной задачи. Сведение начальной задачи для СОДУ к интегральным уравнениям. Принцип сжимающих отображений. Условия Липшица, существование и единственность решения начальной задачи. Следствия, в том числе, для начальной задачи для ОДУ. Функциональные свойства решения начальной задачи для СОДУ: непрерывность и дифференцируемость по параметрам, аналитическая зависимость от параметров, дифференцируемость и аналитичность решения. Следствия для начальной задачи для ОДУ.

4. Линейные уравнения. Нормальные системы линейных ОДУ (СЛОДУ). Свойства решений однородной и неоднородной СЛОДУ. Принцип суперпозиции, комплексные решения, теорема существования и единственности решения начальной задачи для СЛОДУ. Линейная зависимость и независимость системы векторов-функций. Связь зависимости со значениями системы функций. Определитель Вронского, необходимое условие зависимости, достаточное условие независимости. Достаточное условие зависимости и необходимое условие независимости системы решений однородной СЛОДУ. Формула Лиувилля. Альтернатива для Вронскиана системы решений. Фундаментальная система решений (ФСР), структура общего решения.

Фундаментальная система решений однородной СЛОДУ с постоянными коэффициентами в случаях простого спектра, кратных и комплексных корней характеристического уравнения. Структура общего решения неоднородной СЛОДУ. Метод вариации произвольных постоянных.

Линейные ОДУ (ЛОДУ) высших порядков. Эквивалентность СЛОДУ, существование и единственность решения начальной задачи. Лемма о связи линейно зависимых и независимых систем функций и векторов-функций, Вронскиан, формула Лиувилля. ФСР, структура общего решения однородного и неоднородного ЛОДУ. Метод вариации произвольных постоянных. Однородные ЛОДУ с постоянными коэффициентами, характери-

стический многочлен, ФСР в случаях простого спектра и кратных корней характеристического уравнения. Неоднородные ЛОДУ с постоянными коэффициентами и специальной правой частью. Уравнение Эйлера.

5. Устойчивость решения начальной задачи. Основные определения. Устойчивость однородной СЛОДУ с постоянными коэффициентами. Критерии Рауса-Гурвица и Михайлова. Функции Ляпунова, теорема Четаева. Устойчивость по первому приближению, теоремы Ляпунова и о неустойчивости.

6. Краевые задачи для ЛОДУ второго порядка. Основные определения. Неоднородная краевая задача. Функция Грина, задача Штурма-Лиувилля.

Б.2.12. Теория функций комплексного переменного.

1. Комплексные числа и действия над ними. Множество комплексных чисел; комплексная плоскость. Алгебраическая, тригонометрическая и экспоненциальная форма записи комплексных чисел. Множества на плоскости: область, n -связная область. Расширенная комплексная плоскость. Сфера Римана. Способы задания кривых и областей в комплексной плоскости.

2. Функции комплексного переменного. Комплекснозначная функция комплексного переменного. Основные понятия для функций комплексного переменного: многозначность, однолиственность, обратная функция, предел, связь с пределами действительной и мнимой частей, непрерывность, теорема об отображении границ областей.

3. Дифференцирование функции комплексного переменного. Дифференцируемость функции комплексного переменного, необходимое и достаточное условие. Аналитические функции. Геометрический смысл модуля и аргумента производной функции комплексного переменного. Гармонические функции, их связь с аналитическими функциями.

4. Интегрирование функции комплексного переменного. Интеграл от функции комплексного переменного: определение, сведение к криволинейным интегралам II рода и к определенному интегралу. Свойства интеграла от функции комплексного переменного: линейность, аддитивность, независимость от выбора начальной точки на замкнутой кривой, интегралы по противоположным кривым, свойства, связанные с неравенствами. Основная теорема Коши для односвязной и многосвязной областей. Первообразная функции комплексного переменного. Интегральная формула Коши. Ее обобщение, формула Коши для производных, теорема Гарнака. Теорема Морера.

5. Ряды в комплексной области. Теорема Вейерштрасса для рядов функций комплексного переменного. Степенные ряды. Ряды по целым степеням: область сходимости, равномерная сходимость, аналитичность суммы. Ряд Лорана: определение, разложение аналитической функции, единственность. Теорема о разложении аналитической функции в ряд Тейлора. Эквивалентность условий Римана, Коши и Вейерштрасса.

6. Нули и особые точки функции комплексного переменного. Нули аналитических функций: вид функции в окрестности нуля, связь с производными. Изолированность нулей аналитических функций. Теорема единственности аналитических функций. Определение особых точек. Неравенство Коши. Ряд Лорана в окрестности устранимой особой точ-

ки. Связь нулей и полюсов. Ряд Лорана в окрестностях полюса и существенно особой точки. Теорема Сохотского. Бесконечно удаленные особые точки. Ряды Лорана в их окрестностях. Особые точки отношения двух функций.

7. Теория вычетов. Определение вычета. Основная теорема о вычетах. Связь вычетов с коэффициентами ряда Лорана. Вычеты в устранимой особой точке и в полюсе. Теорема о полной сумме вычетов. Приложение вычетов к вычислению несобственных действительных интегралов. Лемма Жордана.

8. Операционное исчисление. Преобразование Лапласа: определение, существование и аналитичность изображения, необходимое условие существования изображения. Свойства преобразования Лапласа: линейность, теоремы подобия, запаздывания и смещения, дифференцирование оригинала и изображения, интегрирование оригинала и изображения. Свертка оригиналов: определение и коммутативность. Теоремы умножения изображений и оригиналов. Связь преобразований Фурье и Лапласа. Теорема об обращении преобразования Лапласа. Достаточные условия существования изображения. Теорема разложения для преобразования Лапласа. Следствия для рациональных функций. Приложение преобразования Лапласа к решению начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.

9. Основы теории конформных отображений.

Б.2.13. Численные методы

1. Элементы теории погрешностей. Погрешность, абсолютная погрешность, предельная абсолютная погрешность. Относительная погрешность. Связь погрешности и точности.

2. Численные методы линейной алгебры. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ): метод Гаусса с выбором ведущего элемента. Метод прогонки. Вычисление определителей матриц и их обращение с помощью метода Гаусса. Итерационные методы решения СЛАУ: метод простых итераций. Введение в нормы векторов и матриц. Исследование сходимости метода простых итераций. Метод Зейделя. Численные методы решения задач на собственные значения и собственные вектора матриц. Метод вращения Якоби. Степенной метод нахождения спектрального радиуса матрицы.

3. Численные методы общей алгебры. Численные методы решения нелинейных уравнений. Методы отделения корней. Методы уточнения корней: половинного деления, хорд, касательных (Ньютона), итераций. Исследование сходимости итерационных методов, улучшение сходимости, процедура Эйткена. Численные методы решения систем нелинейных уравнений: метод простых итераций, метод Зейделя, метод Ньютона. Условия их применимости.

4. Теория приближений. Исчисление конечных и разделенных разностей. Задача интерполяции, единственность многочленной интерполяции. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Погрешность многочленной интерполяции. Локальная интерполяция. Сплайн интерполяция. Вывод кубического сплайна дефекта один. Метод наимень-

ших квадратов (точечный и интегральный). Численное дифференцирование с помощью сглаживающих функций и с помощью отношения конечных разностей. Порядок и уточнение формул численного дифференцирования. Численное интегрирование. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона и их геометрическая интерпретация, погрешность, порядок. Повышение порядка методов численного интегрирования (процедура Рунге).

5. Численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Постановка задач Коши для ОДУ и систем ОДУ. Методы Эйлера, Эйлера-Коши, Рунге-Кутта численного решения задач Коши для ОДУ и систем ОДУ. Выбор шага численного интегрирования задач Коши. Порядок метода, процедура Рунге повышения порядка метода.

Постановка краевых задач для ОДУ. Конечноразностный метод с использованием метода прогонки. Аппроксимация краевых условий, содержащих производные со вторым порядком. Итерационный метод пристрелки с использованием различных методов решения нелинейных уравнений.

6. Метод конечных разностей численного решения задач для уравнений математической физики. Постановка задач математической физики для уравнений различных типов. Основные определения при замене дифференциальных операторов конечноразностными операторами: сетка, сеточная функция, шаблон, временной слой, явная и неявная конечноразностные схемы. Конечноразностные схемы для уравнений математической физики различных типов. Основные понятия, связанные с конечноразностной аппроксимацией дифференциальных задач: аппроксимация и порядок аппроксимации, устойчивость, сходимость и порядок сходимости, консервативность и корректность. Теорема эквивалентности. Анализ порядка аппроксимации. Исследование устойчивости методами: гармонического анализа, спектральным методом, с помощью принципа максимума, энергетическим методом для явных и неявных схем.

Методы конечных разностей численного решения задач для уравнений параболического, гиперболического и эллиптического типов. Однородные и консервативные схемы. Неявные схемы, схема Кранка-Николсона. Разностно-итерационный метод Либмана. Конечноразностная аппроксимация краевых условий содержащих производные. Методы прямых. Метод установления Годунова С.К. и его обоснование для эллиптических задач.

Б.2.14.1. Тензорный анализ (по выбору)

1. Тензоры и полилинейные функции на линейных пространствах. Перестановки, инверсия, транспозиция, четность перестановки, дискриминантный символ. Определения полиад и тензорного произведения линейных пространств. Некоммутативность и ассоциативность тензорного произведения. Тензорное произведение как линейное пространство. Свертка контравариантного и ковариантного векторов, левая свертка контравариантного вектора с полиадой и тензором, определения, свойства. Теорема о базисе тензорного произведения линейных пространств. Размерность тензорного произведения. Компонентная форма записи арифметических действий над тензорами. Пространства тензоров типа (p, q) , определение, базис, размерность, форма записи компонент тензоров. r - мер-

ные матрицы типа (p, q) , определение, арифметические действия. Изоморфизм линейных пространств матриц и тензоров. Связь компонентов тензора в разных базисах.

Геометрические объекты, изоморфизм линейных пространств геометрических объектов и тензоров. Произведение тензоров, его инвариантность, свойства. Полиада как произведение векторов. Внутренняя свертка тензоров, определение, координатная форма. Свертка и полная свертка тензоров, определение, координатная форма. Свойства свертки. Свертка геометрического объекта и тензора. Признак тензора.

Полилинейная функция, определение, действия над ними, линейное пространство полилинейных функций. Определение коэффициентов и матрицы полилинейной функции. Координатная форма действий над полилинейными функциями. Изоморфизм пространств тензоров и полилинейных функций. Теорема о представлении полилинейной функции в виде свертки ее тензора и полиады аргументов. Тензорное произведение полилинейных функций, определение, свойства. Теорема о базисе пространства полилинейных функций. Симметрические и кососимметрические полилинейные функции и тензоры, определения, их подпространства и коэффициенты. Транспонированный тензор. Разложения полилинейной функции в сумму симметрической и кососимметрической. Операции симметрирования и альтернирования полилинейных функций, определение, свойства (повторное альтернирование). Симметрирование и альтернирование тензоров. Координатная форма операций симметрирования и альтернирования.

2. Внешние формы и поливекторы. Коэффициенты внешней формы, основные коэффициенты. Разложение внешней формы по тензорным произведениям векторов контравариантного базиса. Внешнее произведение, определение, линейность, явный вид. Коэффициенты внешнего произведения. Косокоммутативность и ассоциативность. Свойства системы линейных функций. Теорема о базисе пространства внешних форм, следствия. Вид внешней формы, порядок которой совпадает с размерностью пространства. Определения ориентированного параллелепипеда и его объема. Объем как внешняя форма, связь его со специальным геометрическим объектом. Свойства коэффициентов этого объекта. Определение псевдотензоров, операции над ними.

3. Тензоры на евклидовых пространствах. Пространство тензоров на евклидовых пространствах, его базис. Связь компонент тензора в различных базисах, жонглирование индексами. Свертка тензоров, скалярное произведение вектора на тензор. Полилинейная функция, присоединенная к тензору, обобщенная теорема Рисса. Метрический тензор. Объем параллелепипеда в евклидовом пространстве. Дискриминантный тензор. Векторные произведения вектора и тензора.

Инварианты тензора. Алгебраические инварианты тензора второго ранга. Квадратичная функция и линейное преобразование, порожденное тензором. Главные направления и главные значения тензора. Тензорная поверхность, главные оси тензора. Шаровой тензор и девиатор.

4. Тензорное поле в точечном евклидовом пространстве. Криволинейные координаты, k -мерные поверхности. Локальный базис, касательное пространство, метрический

тензор. Допустимые преобразования координат. Матрицы перехода между локальными базисами. Символы Кристоффеля II рода, ковариантные производные контравариантных и ковариантных координат вектора, скаляра. Ковариантные производные компонент тензора. Свойства ковариантных производных: производная суммы и произведения, теорема Риччи, производные как компоненты тензора. Свойства символов Кристоффеля: закон изменения при переходе к другой системе координат, симметрия, связь с метрическим тензором, символы Кристоффеля I рода, внутренняя свертка по верхнему и нижнему индексу.

Понятие о римановом пространстве. Условия евклидовости пространства. Тензор Римана-Кристоффеля, связь с метрическим тензором, симметрия. Повторное ковариантное дифференцирование в евклидовом пространстве. Дифференциальные операторы в криволинейных координатах: дивергенция, ротор, градиент, оператор Лапласа. Интеграл от тензора, обобщенная теорема Остроградского-Гаусса. Ортогональные координаты, параметры Ламе. Символы Кристоффеля в ортогональных координатах. Физические компоненты тензора.

5. Дифференциальная геометрия. Абсолютный дифференциал тензорного поля, параллельный перенос вдоль кривой. Поверхность как риманово пространство. Объем и интеграл от скалярной функции в римановом пространстве. Изотропные направления и кривые. Геодезические линии. Многогранник Френе в римановом пространстве. Трехгранник Френе в R^3 . Формулы для векторов главной нормали, бинормали и кручения при естественной параметризации кривой. Формулы для векторов трехгранника кривизны и кручения при произвольной параметризации кривой. Поверхности в R^3 : нормальный вектор, первая квадратичная форма.

Нормальная кривизна кривой на поверхности, вторая квадратичная форма поверхности, теорема Менье. Индикатриса Дюпена, главные направления и главные кривизны, средняя и Гауссова кривизны. Теорема о существовании главных ортогональных координат на поверхности. Асимптотические линии. Деривационные уравнения. Формулы Гаусса-Петерсона-Кодацци. Теорема Боне.

Б.2.14.2. Высшая алгебра (по выбору).

Группы и подгруппы. Гомоморфизм групп. Фактор-группы. Кольца. Фактор-кольца. Поля.

Б.2.15.1. Программные системы компьютерной математики (по выбору)

Основные математические пакеты. Программирование аналитических и численных операций в программных комплексах MathCad, Maple, Matlab, Mathematica и др. Автоматизированное вычисление определенных и неопределенных интегралов, решение дифференциальных уравнений, безусловная и условная оптимизация и т.п. Визуализация результатов расчета: построение графиков, поверхностей, создание анимации и т.п.

Применение информационных технологий, современных систем компьютерной математики, технологий конечно-элементного анализа, наукоемких компьютерных технологий – программных систем компьютерного проектирования (систем автоматизированного проектирования, САПР; CAD-систем, Computer-Aided Design), программных систем ин-

женерного анализа и компьютерного инжиниринга (CAE-систем, Computer-Aided Engineering).

Б.2.15.2. Программные системы инженерного анализа (по выбору).

Начальные сведения о программе MATLAB. Матричные вычисления в MATLAB. Введение в технику программирования. Составление простых программ (m-файлов). Начальные сведения о дескрипторной графике MATLAB'a. Использование элементов пользовательского интерфейса (GUI) для создания диалоговых программ

Общее знакомство с FEMAP – программой подготовки данных для конечно-элементных программных комплексов и NASTRAN. Создание простых геометрических объектов – точек, линий, поверхностей, объемов. Описание элементов и узлов. Задание нагрузок и граничных условий. Трансляция модели и выполнение расчетов. Использование групп и слоев. Работа с результатами расчетов (постпроцессорная обработка). Моделирование многослойных композитных материалов. Ознакомление с форматом исходных данных NASTRAN'a. Непосредственная работа с потоком исходных данных. Метод суперэлементов в NASTRAN'e.

Б.2.16.1. Дополнительные главы по численным методам (по выбору)

1. Метод конечных разностей решения многомерных задач математической физики.

Методы расщепления. Экономичность конечно-разностных схем для многомерных уравнений математической физики. Методы матричной прогонки, переменных направлений, дробных шагов, центрально-симметричный, переменных направлений, полного расщепления. Численные методы решения задач для уравнений гиперболического типа: метод характеристик, метод Годунова, задача о распаде произвольного разрыва.

2. Метод конечных элементов (МКЭ). Основы МКЭ. Система базисных и весовых функций. Методы взвешенных невязок: коллокаций, Галеркина, наименьших квадратов. Конечно-элементный метод Галеркина решения краевых задач для ОДУ. Слабая формулировка. Формирование локальной и глобальной матриц жесткости, ансамблирование элементов. Случай граничных условий, содержащих производные. МКЭ в многомерных стационарных задачах математической физики. Принцип разбиения на конечные элементы. Формирование многомерных базисных функций. МКЭ в многомерных нестационарных задачах математической физики. Вариационный принцип Рэлея-Ритца. Оценка погрешности в МКЭ.

Б.2.16.2. Численные методы строительной механики(по выбору)

Метод конечных разностей (МКР). Основные положения метода. Формулы конечно-разностных аппроксимаций производных. Применение МКР для решения одномерных краевых задач. Обобщение МКР на многомерный случай. Обсуждение достоинств и недостатков метода.

Матричный метод расчета стержневых систем. Представление о матрице жесткости. Ферменный элемент. Балочный элемент. Местная и общая системы координат. Балочный элемент в общей системе координат. Учет внеузловой нагрузки. Пример расчета стержневой системы.

Теоретические основы метода конечных элементов. Сведение непрерывных задач к дискретным. Определение перемещений, напряжений и деформаций в конечном элементе. Матрица жесткости конечного элемента. Учет внеузловой нагрузки. Составление общей системы уравнений. Метод конечных элементов как частный случай метода Рунге.

Конечные элементы сплошной среды (плоские элементы). Плоский треугольный элемент. Плоский прямоугольный элемент. Четырехугольный изопараметрический элемент. Плоские изопараметрические элементы высших порядков.

Конечные элементы сплошной среды (оболочечные и трехмерные). Трехмерные конечные элементы. Тонкостенные конечные элементы.

Б.3 Профессиональный цикл.

Б.3.1. Инженерная компьютерная графика.

Введение. Предмет начертательной геометрии. Задание точки, прямой, плоскости и многогранников на комплексном чертеже Монжа.

Позиционные задачи. Метрические задачи. Способы преобразования чертежа. Многогранники. Кривые линии. Поверхности. Поверхности вращения. Линейчатые поверхности. Винтовые поверхности. Циклические поверхности. Обобщенные позиционные задачи. Метрические задачи. Построение разверток поверхностей. Касательные линии и плоскости к поверхности. Аксонометрические проекции.

Конструкторская документация. Оформление чертежей. Элементы геометрии деталей. Изображения, надписи, обозначения. Аксонометрические проекции деталей. Изображения и обозначения элементов деталей. Изображение и обозначение резьбы. Рабочие чертежи деталей. Выполнение эскизов деталей машин. Изображения сборочных единиц. Сборочный чертеж изделий. Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи; графические объекты, примитивы и их атрибуты; представление видеоинформации и её машинная генерация; графические языки; метафайлы; архитектура графических терминалов и графических рабочих станций; реализация аппаратно-программных модулей графической системы; базовая графика; пространственная графика; современные стандарты компьютерной графики; графические диалоговые системы; применение интерактивных графических систем.

Б.3.2. Теоретическая механика.

Векторный способ задания движения точки. Понятие об абсолютно твердом теле. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Плоскопараллельное движение твердого тела. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки. Общий случай движения свободного твердого тела. Абсолютное и относительное движение точки. Сложное движение твердого тела. Предмет динамики и статики. Задачи динамики. Свободные колебания материальной точки. Относительное движение материальной точки. Уравнения движения механической системы. Количество движения механической системы. Момент количества движения относительно центра и оси. Кинетическая энергия механической системы. Понятие о силовом поле. Аналитические условия равновесия произвольной системы сил. Центр тяжести твердого тела и его координаты. Принцип Даламбера. Определе-

ние динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки. Элементарная теория гироскопа. Связи и их условия. Принцип возможных перемещений. Обобщенные координаты системы. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах или уравнения Лагранжа второго рода. Принцип Гамильтона-Остроградского. Понятие об устойчивости равновесия. Малые свободные колебания механической системы с конечным числом степеней свободы и их свойства, собственные частоты и собственные формы. Элементарная теория удара

Б.3.3. Сопротивление материалов.

Внешние и внутренние силы. Уравнения равновесия. Метод сечений. Деформации и напряжения в сплошной среде. Стержни, пластины и оболочки. Элементарные виды нагружения стержней: растяжение, сжатие, сдвиг, изгиб и кручение. Понятие о принципе Сен-Венана. Диаграммы растяжения конструкционных материалов и их характерные параметры; сравнение механических свойств пластичных и хрупких материалов при растяжении и сжатии. Вопросы надежности в механике материалов и конструкций и расчеты на прочность; коэффициенты запаса; принцип равнопрочности при проектировании конструкций. Изгиб и кручение стержней; напряжения и условия прочности; рациональные сечения стержней из пластичных и хрупких материалов; внецентренное растяжение (сжатие). Энергетические теоремы, интеграл Мора. Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил. Теории начала текучести, теории начала разрушения. Расчет осесимметрично нагруженных оболочек вращения по безмоментной теории. Расчет толстостенных труб. Прочность при циклических напряжениях; эмпирические формулы для предела выносливости; конструктивные и технологические меры повышения предела выносливости деталей машин; расчет вала на прочность с учетом переменных напряжений. Расчеты на устойчивость; формула Эйлера для критической силы сжатого стержня. Расчеты продольно сжатых стержней по коэффициенту понижения допускаемых напряжений. Продольно-поперечный изгиб. Приближенные расчеты стержней при ударном нагружении.

Б.3.4. Основы механики жидкости и газа.

Основные модели механики жидкости и газа; кинематика и общие теоремы; одномерные задачи; теорема Бернулли. Плоские безвихревые течения идеальной жидкости и газа: основные теоремы, потенциал скоростей, до- и сверхзвуковые обтекания тонких профилей. Динамика вязкой несжимаемой жидкости, пограничный слой; турбулентные движения несжимаемой жидкости. Критерии подобия в механике жидкости и газа. Общая схема применения численных методов в механике жидкости и газа. Разностные схемы задач и их реализация.

Б.3.5. Детали машин и основы конструирования.

Классификация механизмов, узлов и деталей. Основы проектирования механизмов, стадии разработки. Требования к деталям, критерии работоспособности и влияющие на них факторы. Механические передачи: зубчатые, червячные, планетарные, волновые,

рычажные, фрикционные, ременные, цепные, расчеты передач на прочность. Основы кинематического анализа и синтеза механизмов; силовой и динамический расчет механизмов; уравнивание механизмов и машин; расчет и конструирование соединений; расчет и конструирование деталей передач; методология проектирования; математические модели в универсальных программных комплексах моделирования; постановка и методы решения задач анализа и синтеза; построение программно-методических комплексов автоматизированного проектирования. Стандартизация и взаимозаменяемость в машиностроении; категории и виды стандартов; сертификация машин, механизмов и приборов.

Б.3.6. Основы автоматизированного проектирования.

Методология автоматизированного проектирования; техническое обеспечение САПР. Методы формирования математических моделей в универсальных программных комплексах моделирования. Постановка и методы решения задач анализа и синтеза. Построение программно-методических комплексов САПР. CAD/CAM/CAE – системы.

Б.3.7. Материаловедение.

Кристаллическое строение. Полиморфизм. Фазы сплавов. Теоретическая прочность, дефекты и их влияние на свойства материалов. Пластические деформации. Возврат. Рекристаллизация. Аморфные металлы. Диаграммы состояний. Превращения в сталях при охлаждении, термообработке. Прокаливаемость и закаливаемость сталей. Химико-термическая обработка сталей.

Б.3.8. Аналитическая динамика и теория колебаний.

Основные положения аналитической механики. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Вариационные принципы. Уравнения Лагранжа и Гамильтона; их применение к решению прикладных задач. Теория колебаний линейных систем. Вынужденные установившиеся и неустановившиеся колебания линейных систем. Метод главных координат. Приближенные методы определения собственных частот. Методы динамических податливостей и жесткостей. Кинематическое возбуждение колебаний. Резонансные и антирезонансные режимы колебаний. Динамические гасители колебаний. Параметрические колебания. Основы теории нелинейных колебаний: свойства нелинейных колебательных систем; аналитические методы теории нелинейных колебаний. Устойчивость нелинейных колебаний. Автоколебания; методы исследования автоколебательных систем (метод возмущений, Вандер-Поля, Крылова-Боголюбова). Введение в современную нелинейную динамику. Периодические и хаотические аттракторы, бифуркации и катастрофы. Колебания систем с распределенными параметрами: свободные и вынужденные колебания стержней, стержневых систем, пластин и оболочек.

Б.3.9. Теория упругости.

1. Общие соотношения линейной теории упругости. Уравнения анизотропной линейно упругой среды: уравнения движения, соотношения Коши, свободная энергия, закон Гука. Тензоры упругих постоянных и коэффициентов температурного расширения, коэффициент теплоемкости. Симметрия упругой среды. Понятие о группе преобразований координат, определение симметрии. Виды прямолинейной симметрии: относительно плоско-

сти, ортотропия, оси симметрии различного порядка и трансверсальная изотропия (без вывода), кубическая симметрия. Упругие и температурные постоянные для изотропной среды. Связь с техническими постоянными.

Постановка основных задач линейной теории упругости. Уравнения движения в перемещениях (уравнения Ламе), относительно объемного расширения и вектора вращения. Уравнения равновесия в напряжениях, уравнения совместности деформаций.

Закон сохранения энергии. Теоремы о единственности решения статических и динамических задач теории упругости. Теорема взаимности работ (теорема Бетти), теорема Клапейрона. Аналогии между формулами Бетти и Грина.

Вариационные уравнения теории упругости: Ху-Вашидзу-Хеллингера, Рейснера, Лагранжа, Кастильяно. Экстремальные свойства функционалов теории упругости: принцип минимума потенциальной энергии, принцип максимума дополнительной потенциальной энергии, теорема сравнения, минимаксные свойства функционалов Ху-Вашидзу-Хеллингера и Рейснера. Принцип Гамильтона для динамических задач теории упругости.

2. Пространственные статические задачи теории упругости. Уравнения теории упругости относительно объемного расширения и вращения. Представление решений Кельвина и Галеркина – Буссинеска, Папковича-Нейбера, Папковича-Буссинеска. Функции влияния (фундаментальные решения, функции Грина) в теории упругости, тензор перемещений Грина, его свойства. Поверхностные функции влияния. Метод разделения переменных для решения задач теории упругости.

Фундаментальные решения для упругого изотропного пространства. Фундаментальные решения для упругого изотропного полупространства

3. Плоские задачи теории упругости. Типы плоских задач: плоская деформация, плоское напряженное состояние, обобщенное плоское напряженное состояние. Функция напряжений Эри, формулы Лява.

Комплексные потенциалы в теории упругости, формулы Лява в комплексной форме, формулы Гурса и Колосова. Постановка задач в комплексных потенциалах. Однозначность производных комплексных потенциалов. Необходимые условия однозначности потенциалов, достаточные условия для ограниченных областей. Условия однозначности потенциалов и ограниченности перемещений для неограниченных областей. Теорема Леви – Мичелла.

Применение комплексных потенциалов для областей, ограниченных окружностями. Применение конформных отображений и интегралов типа Коши для решения плоских задач теории упругости. Решение задач теории упругости для бесконечной пластины с эллиптическим отверстием. Частные случаи: однородное растяжение на бесконечности, задача Колосова, пластина с трещиной, задача Кирша. Учет сосредоточенных сил при использовании комплексных потенциалов. Построение фундаментальных решений для упругой плоскости с помощью преобразования Фурье.

4. Задачи теории упругости для призматического тела. Классификация задач теории упругости для призматического тела. Антиплоская деформация. Кручение круглых

стержней. Кручение стержней произвольного сечения. Функции кручения Сен-Венана, комплексная и Прандтля. Теорема о циркуляции напряжений, свойства касательных напряжений. Кручение стержней кругового, эллиптического сечений и двусвязного сечения, ограниченного подобными кривыми. Аналогии при кручении.

Задача об изгибе консольной балки сосредоточенной силой, функции напряжений Прандтля и изгиба. Центр изгиба, прямой поперечный изгиб. Изгиб стержня эллиптического сечения.

Б.3.10. Строительная механика машин.

1. Механика стержневых упругих систем. Расчет стержневых систем. Основные понятия и определения. Классификация стержневых систем. Кинематический анализ. Необходимый признак геометрической неизменяемости. Степень статической неопределимости. Методы выявления необходимого и достаточного признака геометрической неизменяемости: аналитический метод, метод нулевых сил, метод построения, метод разрушения. Статически определимые стержневые системы: определение внутренних сил в стержнях ферм, об определении внутренних сил в элементах рамно-балочных системах, определение перемещений. Статически неопределимые стержневые системы: метод сил, определение перемещений, сущность метода перемещений. Расчет плоских и пространственных тонкостенных систем.

2. Расчет панели при плоском напряженном состоянии в перемещениях. Вариационный метод Власова. Аппроксимация перемещений. Контактные задачи: контакт панели с растягиваемым стержнем и изгибаемой балкой. Получение разрешающей системы уравнений и граничных условий. Расчет панелей и лонжеронов. Понятие о расчете косоугольных панелей.

3. Расчет панелей при плоском напряженном состоянии в напряжениях. Энергетический метод расчета. Потенциальная энергия панелей, подкрепленных продольным и поперечным набором балок. Расчет подкрепленных панелей с обшивкой, работающей на растяжение, с учетом обжатия и сдвига. Граничные условия.

4. Приближенный расчет изгибаемых панелей. Расчет панелей методами Ритца-Тимошенко и Бубнова-Галеркина. Выбор аппроксимирующих функций. Канонические уравнения. Расчет панелей методом Власова-Канторовича. Разрешающие уравнения и граничные условия. Методы реализации решения. Решение контактных задач. Расчет косоугольных пластин. Расчет подкрепленных пластин.

5. Расчет изгибаемых панелей с несимметричной структурой по толщине. Расчет панелей из композиционных материалов, подкрепленных продольно-поперечным набором несимметричной по толщине структуры. Расчет панелей с учетом деформации поперечного сдвига.

6. Теория расчета тонкостенных балок и удлиненных подкрепленных пространственных систем. Постановка задачи для тонкостенных систем с учетом деформации поперечного сечения. Граничные условия. Расчет открытых, однозамкнутых и многозамкнутых профилей. Получение разрешающей системы уравнений. Балочная теория. Уравнения

циркуляции потоков касательных сил. Определение перемещений. Учет конусности. Расчет на температурное воздействие.

7. Расчет тонкостенных пространственных систем, работающих при стесненном кручении. Расчет тонкостенных пространственных систем, работающих при стесненном кручении, в напряжениях. Тонкостенные призматические системы с обшивкой, работающей на сдвиг и обжатие. Расчет кессонных конструкций с вырезами.

8. Расчет тонкостенных пространственных систем в перемещениях. Вариационный метод В.З.Власова. Построение расчетных схем. Определение нормальных и касательных напряжений. Расчет замкнутых призматических систем с учетом деформации поперечного сечения и деформации контура. Решение контактных задач. Расчет тонкостенных систем открытого контура. Тонкостенные упругие стержни. Основные гипотезы, расчетные уравнения и граничные условия. Геометрические характеристики. Учет деформации сдвига.

Б.3.11. Вычислительная механика.

Вычислительный эксперимент, построение физических и математических моделей. Метод конечных элементов (МКЭ) и его применение к статическим и динамическим задачам механики. Построение конечно-элементных схем в форме метода перемещений, метода сил, смешанного метода. Основные соотношения МКЭ, построение матриц жесткости. Типы конечных элементов. Методы решения больших систем алгебраических уравнений, порожденных МКЭ. Определение собственных частот и форм колебаний конструкций МКЭ. Обзор программных комплексов МКЭ. Понятие о других численных методах механики (граничных элементов, суперэлементов). Решение краевых задач прикладной теории упругости разностными методами. Типовые задачи оптимизации механических систем. Основные понятия и классификация задач математического программирования; методы штрафных функций в механических расчетных моделях.

Б.3.12. Безопасность жизнедеятельности.

Человек и среда обитания. Характерные состояния системы “человек - среда обитания”. Основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере. Критерии комфортности. Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду. Критерии безопасности. Опасности технических систем: отказ, вероятность отказа, качественный и количественный анализ опасностей. Средства снижения травоопасности и вредного воздействия технических систем. Безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производств. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Управление безопасностью жизнедеятельности. Правовые и нормативно-технические основы управления. Системы контроля требований безопасности и экологичности. Профессиональный отбор операторов технических систем. Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.

Вариативная часть, в том числе дисциплины по выбору студента.

Б.3.13. Механика сплошной среды.

1. Кинематика и теория деформаций. Аксиоматика механики сплошной среды (МСС). Вектор перемещения. Методы Лагранжа и Эйлера описания движения сплошной среды (СС), их эквивалентность. Индивидуальна производная. Установившиеся движения.

Деформированное состояние СС. Относительное удлинение и изменение угла между элементарными волокнами. Тензоры деформации Грина и Альманси. Механический смысл компонент тензоров деформации: относительное удлинение, изменение угла, изменение площадей. Инварианты тензоров деформаций: коэффициент объемного расширения, главные деформации и площадки. Связь тензоров деформаций с вектором перемещений. Тензоры дисторсии, деформаций Коши-Грина и Коши-Альманси.

Уравнения совместности деформаций. Тензор малых деформаций. Связь актуального и начального состояния и их характеристик. Соотношения Коши. Аддитивность полей малых деформаций. Механический смысл малых деформаций. Уравнения совместности для малых деформаций. Тензор скоростей деформаций, связь его компонент с деформациями, соотношения Стокса. Механический смысл компонент тензора скоростей деформаций. Абсолютно твердое тело.

2. Динамика и теория напряжений. Классификация сил: внешние и внутренние, объемные (массовые) и поверхностные, распределенные и сосредоточенные. Метод сечений, векторы напряжений и моментов напряжений. Принцип напряжений Коши. Напряженное состояние, напряженно-деформированное состояние СС.

Закон сохранения массы СС. Уравнения неразрывности. Интегральная и локальная формы уравнения неразрывности в переменных Лагранжа и переменных Эйлера. Локальная форма уравнений для малых деформаций. Несжимаемая среда. Уравнения движения СС в интегральной форме. Граничные значения векторов напряжений и моментов напряжений.

Тензоры напряжений и моментов напряжений Лагранжа. Нормальная и касательная составляющая вектора напряжений. Лагранжевы и эйлеровы компоненты тензора напряжений, их связь. Механический смысл компонент тензора напряжений. Вектор условных напряжений, тензор напряжений Пиола. Вторая интегральная и дифференциальные формы уравнения движения и моментов количества движения. Симметрия тензора напряжений. Координатные формы записи уравнения движения.

Инварианты тензора напряжений: главные напряжения и площадки. Свойство главных площадок. Экстремальные свойства касательных напряжений. Октаэдрические площадки. Теорема о кинетической энергии, ее локальная форма. Закон сохранения механической энергии. Потенциальная энергия.

3. Термодинамика СС и замкнутые системы. Состояние и математическая модель СС (термодинамической системы). Замкнутая модель, постулат макроскопической определенности и принцип локального действия, определяющие параметры СС. Пространство состояний, процесс.

Энергетическая гипотеза. Элементарные притоки тепловой энергии. Первое начало термодинамики и закон сохранения энергии. Полная и внутренняя энергии СС, их плотно-

сти. Развернутая форма закона сохранения энергии и уравнение притока тепла. Локальные формы закона сохранения энергии и уравнения притока тепла.

Второй закон термодинамики, различные формы уравнения баланса энтропии. Неравенство Клаузиуса-Дюгема. Различные формы уравнения изменения свободной энергии. Эквивалентные формулировки второго закона термодинамики. Обратимые процессы, необходимые условия. Адиабатические и изотермические процессы.

4. Замкнутые системы МСС. Различные формы определяющих соотношений для СС. Начальные и граничные условия. Упрощения задач МСС: уменьшение числа определяющих параметров и размерности задачи, линеаризация задач. Модель термоупругой СС. Теория упругости, линейные анизотропная и изотропная термоупругости, линейная теория упругости, линейная вязкоупругость, анизотропная и изотропная вязкие жидкости, линейная вязкая жидкость, акустическая среда.

Б.3.14. Основы теории пластичности и ползучести.

Качественное описание явлений, связанных с неупругим деформированием. Ползучесть, релаксация напряжений. Вязкопластичность, скоростные эффекты пластического деформирования.

Деформация изменения формы и изменения объема (случай малых и конечных деформаций). Интенсивность деформаций.

Теория малых упруго - пластических деформаций (деформационная теория пластичности). Гипотеза единой кривой. Условия текучести. Критерии Мизеса и Треска. Вариационные принципы деформационной теории пластичности. Накопление односторонних деформаций.

Теория упруго-пластического течения. Идеально-пластические материалы. Поверхность текучести. Упрочняющиеся материалы. Изотропное и трансляционное упрочнение. Понятие о современных теориях пластичности.

Основные теории ползучести (старения, течения, упрочнения). Ползучесть при сложном напряженном состоянии. Циклическая ползучесть. Линейная и нелинейная вязкоупругость. Расчет конструкций с учетом временных эффектов.

Учет скоростных эффектов при неупругом деформировании. Понятие динамической диаграммы материала. Определяющие уравнения для вязкопластических сред.

Б.3.15. Теория пластин и оболочек.

1. Геометрия тонкой оболочки. Основные определения: координатная, срединная, внешняя, внутренняя и боковая поверхности, их параметризация; характерный размер, тонкая оболочка, кусочно-гладкая оболочка, пластина.

Система координат, связанная со срединной поверхностью. Базисы и метрика граничных поверхностей. Тензор Ричи для срединной поверхности. Сведение трехмерных функционалов теории упругости к двумерным и криволинейным интегралам. Параллельный перенос компонент векторов и тензоров второго ранга на срединную поверхность. Связь символов Кристоффеля для трехмерной и двумерной систем координат.

2. Деформированное состояние оболочки. Выражения полученных параллельным переносом компонент тензора дисторсии через соответствующие координаты вектора перемещений. Представление перемещений, тензоров дисторсии и деформаций в виде степенных рядов по нормальной координате. Кинематические параметры оболочки. Тангенциальные и нормальное перемещения.

Гипотеза прямой нормали, ее аналитическое представление. Формулы для тензоров дисторсии и деформаций. Метрика и кривизна деформированной срединной поверхности. Механический смысл тензоров тангенциальной деформации, изменения кривизны и изгибной деформации. Углы отклонения нормального волокна и нормального вектора.

3. Внутренние и внешние погонные усилия и моменты Нормальное усилие, тензоры тангенциальных усилий и моментов, вектора поверхностного давления и моментов. Физические соотношения для линейно упругой анизотропной и изотропной оболочек, прямая и обратная формы.

4. Уравнения движения оболочек. Функционал Лагранжа и кинетическая энергия для оболочки. Функционал Гамильтона для оболочек. Формула Грина для двумерных Римановых пространств. Вариации функционала Лагранжа и кинетической энергии. Уравнения движения, основные типы граничных условий, начальные условия.

Оболочки Кирхгофа-Лява и Тимошенко. Дополнительные гипотезы, начально-краевые задачи, вариационные уравнения. Операторная форма уравнений движения в перемещениях.

5. Уравнения движения пластин. Пластина как частный случай оболочки, основные начально-краевые задачи. Пластины Кирхгофа и Тимошенко.

6. Упрощенные модели оболочек. Технические теории оболочек. Уравнения Муштари-Донелла и Власова. Уравнения движения технической теории для круговой цилиндрической оболочки. Функции перемещений, разрешающие уравнения. Решение задачи для цилиндрической оболочки открытого прямоугольного профиля под действием нормального давления, сравнение с пластиной. Пример для сосредоточенной нагрузки.

Пологие оболочки: метрика, операторы ковариантного дифференцирования, уравнения движения. Сведение уравнений в ортогональной системе координат к разрешающей системе из двух уравнений относительно нормального перемещения и функции напряжений. Уравнения пологих оболочек в полярных координатах. Изгиб пологой сферической оболочки, осесимметричный случай.

7. Безмоментное приближение и краевой эффект. Асимптотическое выделение безмоментного приближения из напряженно-деформированного состояния оболочки. Понятие о краевом эффекте. Условия существования безмоментного состояния.

Уравнения равновесия безмоментных оболочек вращения. Разрешающая система из двух уравнений. Определение перемещений. Представления решений уравнений безмоментной теории рядами Фурье. Осесимметричные задачи безмоментной теории. Примеры: кручение оболочки, купол под действием собственного веса.

Б.3.16. Основы теории управления.

Основные понятия классической теории автоматического управления. Математическое описание САУ, ее элементов и процесса управления. Устойчивость линейных стационарных систем. Точность системы в установившемся состоянии. Частотный метод синтеза САУ по В.В.Солодовникову. Построение переходной функции для линейной САУ. Модальный синтез линейных регуляторов - общая характеристика. Описание систем и процессов автоматического управления в пространстве состояний. Модальный синтез скалярного линейного регулятора по вектору состояния. Наблюдающее устройство Луенберга и его включение в контур САУ.

Б.3.17. Основы прочности конструкций.

Общие сведения о прочности конструкций летательных аппаратов, их типах и конструктивно-силовых схемах, о применяемых конструкционных материалах. Внешние силы, действующие на летательные аппараты в процессе их эксплуатации.

Нагружение конструкций летательных аппаратов в процессе эксплуатации. Внутренние силовые факторы в конструкции и методы их определения. Температурные режимы элементов конструкций летательных аппаратов. Нормирование нагружения и прочности конструкций летательных аппаратов. Расчет нагружения летательных аппаратов на различных этапах эксплуатации.

Краткие сведения о циклическом нагружении элементов конструкций летательных аппаратов вызывающем усталостные разрушения. Прочностные расчеты корпусов летательных аппаратов различных типов. Прочностные расчеты крыльев и органов аэродинамической стабилизации самолетов.

Прочностной расчет конструкций шасси самолета. Прочностной расчет некоторых элементов пневмо-гидросистем летательных аппаратов.

Б.3.18. Основы динамики конструкций.

1. Динамика конструкции как твердого тела.

Общие принципы построения системы координат (СК). Классификация СК в зависимости от расположения начала координат. Неинерциальные СК: земная поверхностная, стартовая. Инерциальные СК: географическая (геоцентрическая), гелиоцентрическая. Системы координат с началом в центре масс летательного аппарата (ЛА): земная, связанная, скоростная, полускоростная, орбитальная. Углы, определяющие положение ЛА в пространстве. Таблицы направляющих косинусов.

Силы, действующие на ЛА в полете: массовые (внешние) силы, обусловленные притяжением планет; сила притяжения; сила веса. Методика определения центрального притягивающего тела. Задача двух притягивающих тел. Виды гравитационных сфер: сфера действия планеты, сфера притяжения планеты. Расчетные формулы для определения ускорения свободного падения для центрального поля тяготения.

Атмосфера Земли и ее строение. Модели атмосферы: глобальная (стандартная) и динамическая локальная (верхняя) модель атмосферы. Факторы, определяющие динамику верхней атмосферы.

Общий вид уравнений пространственного движения ЛА как точки переменной мас-

сы. Уравнения поступательного движения Эйлера. Уравнения движения центра масс ЛА в неинерциальной и инерциальной СК.

Динамика полета в атмосфере. Уравнения движения ЛА в проекции сил на оси земной и скоростной СК. Упрощение уравнений движения. Уравнения движения в частных случаях. Полет без крена и скольжения (в плоскости большого круга). Понятие о векторе перегрузки. Установившееся движение ЛА. Горизонтальный установившийся полет. Установившееся планирование. Полет в центральном поле тяготения вне атмосферы под действием силы веса. Понятие о невесомости.

Динамика движения ЛА неуправляемых на пассивном участке полета. Динамика движения ЛА, неуправляемых на пассивном участке полета. Полет в плоскости большого круга. Активный участок полета. Пассивный (баллистический) участок полета. Участок входа в атмосферу. Математические модели движения для каждого из участков. Аналитическое решение уравнений движения ЛА пассивного участка полета. Переход к полярной СК. Получение уравнения конического сечения. Возможные формы траекторий пассивного участка: окружность, эллипс, парабола, гипербола. Условия выведения космического аппарата на орбиты. Определение максимальной дальности баллистического участка полета ЛА. Активный участок полета. Уравнения движения центра масс ЛА. Выбор программы полета по тангажу. Участок входа спускаемого аппарата в атмосферу Земли. Математические модели спуска: баллистического, скользящего, планирующего.

2. Идеализация сложных механических систем. Переход от реальной конструкции к расчетной схеме. Математическая модель. Многомерность сложных систем. Математическая сторона прикладных исследований. Некоторые общие принципы идеализации. Конечно-элементные модели. Эксперимент и практический опыт.

3. Колебания одномерных и протяженных конструкций. Продольные колебания стержней постоянного сечения (свободные и вынужденные). Крутильные колебания стержней постоянного сечения. Поперечные колебания стержней постоянного сечения (свободные и вынужденные). Учет сдвигов и продольного сжатия. Приближенные методы исследования колебаний стержней переменного сечения. Изгибно-крутильные колебания стержней.

4. Динамика пластин и панелей. Колебания прямоугольной пластины. Колебания круглой пластины. Приближенные методы определения собственных частот и форм колебаний пластины.

5. Колебания тонкостенных конструкций. Свободные колебания цилиндрических, конических и сферических оболочек. Колебания подкрепленных цилиндрических оболочек. Колебания предварительно нагруженных цилиндрических оболочек. Параметрический резонанс стрингерных отсеков и панелей.

6. Основные понятия о колебаниях корпуса летательного аппарата. Уравнения колебания конструкции как системы с конечным числом степеней свободы. Метод Ритца, МКЭ, метод сосредоточенных масс. Приведение системы уравнений движения к нормальным координатам. Редуцирование системы уравнений. Статическая конденсация.

7. Основные понятия о динамике баков с жидкостью. Постановка задачи. Колебания упругого бака с жидкостью. Собственные колебания. Уравнение колебаний бака с жидкостью в обобщенных координатах. Колебания круговой цилиндрической оболочки с жидкостью.

Б.3.19. Основы аэрогидроупругости.

1. Статическая гидроупругость конструкций. Задачи статической гидроупругости. Постановка задач. Основные гипотезы. Устойчивость мембран, погруженных в жидкую среду. Задачи статической гидроупругости стержня, пластины, оболочки. Устойчивость мембраны, разделяющей полости с жидкостями различной плотности Изгиб бруса, плавающего на поверхности жидкости

2. Динамика упругих трубопроводов. Постановка задачи динамики трубопровода, содержащего жидкость. Устойчивость трубопроводов. «Следящие» нагрузки. Применение принципа возможных перемещений к решению задач устойчивости трубопроводов. Изгиб цилиндрической оболочки, заполненной жидкостью. Движение жидкости по трубопроводу с промежуточной упругой опорой.

Б.3.20. Основы механики разрушения.

Физические и микромеханические особенности процессов накопления повреждений и разрушения. Феноменологический и микромеханический подходы механики накопления рассеянных повреждений. Законы суммирования повреждений. Применение механики накопления рассеянных повреждений к расчетам на длительную прочность. Применение механики накопления рассеянных повреждений к определению ресурса деформативности. Применение механики накопления рассеянных повреждений к расчету на малоцикловую усталость. Критерий квазихрупкого разрушения в теории трещин. Коэффициенты интенсивности напряжений. Обзор решений задач математической теории трещин. Трещиностойкость конструкционных материалов. Расчет на прочность элементов конструкций с трещиноподобными дефектами. Уравнение Пэриса. Методы расчета долговечности, основанные на анализе развития трещин.

Б.3.21. Дополнительные главы по деталям машин и основам конструирования.

Основы конструирования машин для механических испытаний специального назначения. Машин для испытания на циклическую прочность. Машин для испытания на ползучесть. Конструирование узлов системы нагружения. Конструирование узлов системы измерения нагрузки и деформации.

Б.3.22. Учебно-исследовательская работа студентов - УИРС.

Дисциплина предназначена для самостоятельной научно-исследовательской работы студента под руководством преподавателя. Тематика исследований формируется преподавателем, соответствует профилю подготовки бакалавра «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» направления «Прикладная механика» и, как правило, связана с тематикой квалификационной выпускной работы.

Б.3.23.1. Основы теории волн в сплошных средах (по выбору).

1. Основные понятия. Роль и место теории волновых процессов в современной науке и технике. Применение волновых процессов в технологиях. Вклад отечественных учёных в развитие этого раздела механики сплошных сред. Типы волн. Фазовая и групповая скорости. Дисперсия. Нестационарные волны. Фронт волны.

2. Волны в сжимаемой жидкости. Уравнения движения. Акустические среды. Волновое уравнение. Условия на бесконечности. Волна слабого разрыва. Ударные волны. Структура ударной волны. Сферическая и цилиндрическая симметрия. Прогрессивные волны на поверхности жидкости.

3. Дифракция и излучение в акустических средах. Постановка начально-краевых задач дифракции и излучения. Методы решения. Стационарные задачи. Дифракция плоских волн на жёстких преградах. Подвижные преграды (плоские и криволинейные). Излучение от полостей и включений. Движение твёрдых тел под действием ударных волн. Сфера и цилиндр.

Б.3.23.2. Термоупругость (по выбору).

Линейные уравнения термоупругости, линеаризация уравнений термодинамики. Постановка и классификация основных задач термоупругости. Теоремы об изменении кинетической энергии и единственности решения задач термоупругости. Теорема взаимности и функционалы для вариационных уравнений для термоупругой среды. Функции влияния для термоупругого пространства.

Термоупругость тонких пластин и оболочек.

Б.3.24.1. Основы теории устойчивости механических систем (по выбору).

1. Теоретические основы анализа поведения сжатых систем. Неоднозначность состояния упругого равновесия. Статический и энергетический подходы к анализу. Понятия особых точек и параметров задачи. Критические и предельные состояния. Линеаризация уравнений. Устойчивость при комбинированных нагружениях. Мертвые и следящие нагрузки. Статический и динамический критерии упругого равновесия.

2. Устойчивость прямых упругих стержней. Линеаризованные уравнения равновесия сжатого стержня. Граничные условия при абсолютном и упругом опираниях. Численные подходы к решению нелинейной задачи. Энергетические подходы. Статический и динамический критерии устойчивости. Модели Брайана и Тимошенко. Вариационные методы решения задач - метод Ритца и метод Бубнова-Галеркина. Закритическая деформация стержней. Влияние начальных несовершенств. Устойчивость стержней за пределами упругости.

3. Устойчивость тонких пластин. Постановка задачи устойчивости плоской пластины. Линеаризованные уравнения устойчивости. Граничные условия упругого опирания. Точные решения задач устойчивости для некоторых моделей. Особенности решений в одинарных и двойных тригонометрических рядах. Приближенные решения задач устойчивости пластин. Решения в форме Релея - Ритца и Бубнова-Галеркина. Устойчивость пластин при комбинированном нагружении.

4. Устойчивость тонкостенных стержней и подкрепленных панелей. Устойчивость тонкостенных стержней. Специфика решения задач устойчивости. Универсальная система уравнений. Устойчивость при центральном сжатии. Крутильные формы потери устойчивости. Влияние внецентренного нагружения. Устойчивость плоской формы изгиба стержня. Местная потеря устойчивости стержней. Решение задач для подкрепленных панелей. Численные особенности приближенных решений.

5. Устойчивость оболочек. Устойчивость кругового кольца при внешнем давлении. Специфика граничных условий. Зависимость решений от формы слежения внешней нагрузки. Основные зависимости для круговой оболочки вращения в теории оболочек и задаче устойчивости. Устойчивость при внешнем давлении. Устойчивость при осевом сжатии. Осесимметричная форма потери устойчивости.

Б.3.24.2. Основы нелинейного деформирования (по выбору).

1. Кинематические соотношения механики деформируемого твердого тела при больших деформациях. Основные определения. Лагранжевы и Эйлеровы координаты. Начальная и актуальная конфигурации деформируемого твердого тела и соответствующие базисы. Метрики и градиенты в различных базисах. Меры деформации Коши-Грина, Альманси, Фингера, Генки и их инварианты. Тензоры конечной деформации Коши и Альманси и их инварианты. Преобразование элементарной ориентированной площадки и элементарного объема при переходе к актуальному состоянию.

2. Напряженное состояние и уравнения равновесия при больших деформациях. Напряженное состояние. Тензоры напряжения Коши, Пиолы, Треффца-Каппуса и Кирхгофа. Главные значения и главные направления тензоров напряжения. Уравнения равновесия и их различные формы записи. Постановки краевых задач механики деформируемого твердого тела при больших деформациях. «Мертвые» и «следающие» нагрузки. Условие совместности Синьорини.

3. Физически нелинейная задача механики деформируемого твердого тела. Различные физически нелинейные модели. Определяющие соотношения механики деформируемого твердого тела в инвариантах мер деформации в форме Фингера и Альманси. Гиперупругость. Сжимаемое тело, модели Сетха, Синьорини, Мурнагана, Блейтца-Ко, Ноулса-Стернберга. Несжимаемое тело, условие несжимаемости, уравнения состояния в форме Фингера. Модели Трелоара, Муни, Муни-Ривлина, Грина-Симпсона, Бартенева-Хазановича, Черных-Шубиной. Слабосжимаемые и пористые среды, модель Огдена. Пластичная среда, понятия о деформационной теории и теории пластического течения.

4. Вариационные принципы нелинейной теории упругости. Элементарная работа внешних сил. Потенциальная энергия нелинейной деформации. Вариационные принципы Лагранжа, Кастильяно, Хеллингера-Райсснера, Ху-Васидзу.

Б.3.25.1. Основы конструкции машин (по выбору).

Классификация авиационно-космической техники. Основные этапы проектирования ЛА.

Основные агрегаты самолета. Их назначение. Конструкция крыла. Передача нагрузок на фюзеляж. Конструкция фюзеляжа. Гермокабины. Назначение шасси и требования к нему. Силовые установки. Область применения и размещение различных типов двигателей на различных самолетах.

Основные этапы создания летательного аппарата (ЛА). Облик ЛА и его составляющие. Понятие о компоновочных, аэродинамических и конструктивных схемах ЛА. Особенности устройства некоторых классов ЛА: атмосферные ЛА; ракеты-носители; баллистические ракеты; ракеты космического назначения.

Б.3.25.2. Машины для механических испытаний.

Основы проектирования и эксплуатации испытательных комплексов, т.е. машин для механических испытаний материалов и стендов для исследования напряженно-деформированного состояния, прочности и надежности конструкций.

Структурные схемы испытательных комплексов, основы проектирования их элементов, включая расчеты на прочность и жесткость, основные правила эксплуатации испытательной техники. Классификационные схемы испытательных машин, конструкция и расчет узлов испытательных комплексов, описание большинства типов испытательных машин и требований к ним, вопросы тарировки машин.

Б.3.26.1. Экспериментальные методы исследования прочности конструкций (по выбору).

1. Определение нагрузок и испытания при действии заданных нагрузок. Направления и методы определения нагрузок: непосредственное измерение, фиксация параметров и методы суммирования и обобщенных зависимостей. Определение инерционных и аэродинамических сил. Механические испытания материалов и испытания конструкции. Основные задачи статических испытаний. Воспроизведение нагрузок в лабораторных условиях, исследование напряженно-деформированного состояния и определение жесткостных характеристик конструкции. Усталостные испытания. Принципы и методы форсированных и сокращенных испытаний на усталость. Основные факторы, влияющие на сопротивление усталости. Экспериментально-расчетные методы определения срока службы конструкции ЛА. Испытания на действие импульсных, вибрационных и акустических нагрузок. Характеристика импульсных, вибрационных и акустических нагрузок, оборудование для проведения лабораторных испытаний. Методы моделирования случайных вибрационных нагрузок в лабораторных условиях.

2. Исследование динамических характеристик конструкции. Методы определения основных динамических характеристик: резонансный метод, метод свободных колебаний, метод многоточечного возбуждения; основные допущения о динамических характеристиках. Технические средства эксперимента. Динамические характеристики средств измерений, частотные характеристики динамических погрешностей одномерных линейных средств измерений. Характеристики стационарных систем при случайных входных сигналах. Дискретизация непрерывных сигналов. Методы измерения параметров относительной и абсолютной вибрации.

3. Статистический анализ экспериментальных данных. Характеристики случайных величин, типы статистических распределений экспериментальных данных. Доверительные интервалы, статистический коэффициент Стьюдента, определение необходимого размера выборки экспериментальных данных. Статистический отбор данных. Систематизация экспериментальных данных, регрессионный анализ: линейная регрессия, регрессия для функции нескольких переменных.

4. Экспериментальные исследования с использованием физического моделирования. Определение условий подобия (законов моделирования) на основе анализа размерностей физических величин, характеризующих задачу. Содержание π -теоремы, используемое в задачах моделирования. Методы нулевых размерностей и произвольного формирования π -переменных. Модель, правила проектирования, обработка опытных данных. Критериальное уравнение регрессии метода наименьших квадратов. Моделирование физических процессов на основе анализа уравнений, методы масштабных преобразований и приведения к безразмерному виду. Моделирование в задачах статики и динамики конструкций, движения потоков жидкости и газа, критерии подобия. Моделирование и критерии подобия в задачах аэроупругости. Характеристики моделей, оценки погрешностей.

Б.3.26.2. Планирование эксперимента и методы обработки экспериментальных данных (по выбору).

Основы теории анализа размерностей и подобия. Мысленные эксперименты на основе формул размерностей по методике Релея и Хантли. Безразмерные комплексы. Основы теории ошибок. Доверительная вероятность результатов проведенного эксперимента. Однофакторный эксперимент. Теория многофакторного эксперимента. Понятие об идентификации физического явления экспериментом и экспериментальных данных математической моделью. Преимущества ортогонального планирования первого порядка. Планы для поиска экстремальных условий. Планы второго порядка. Композиционные планы Бонса.

Б.3.27.1. Основы рационального проектирования (по выбору).

Задачи рационального проектирования конструкций ставятся на различных уровнях для различных видов деформаций стержневых систем. Целевыми функциями являются вес системы, допускаемая нагрузка на систему, перемещение точек системы, максимальные значения внутренних силовых факторов и напряжений, значения минимальной собственной частоты и др. Критерием рациональности системы является достижение целевой функцией минимума или максимума при выполнении ограничений. Параметрами проектирования являются форма элемента, форма поперечного сечения элемента, жёсткости, геометрия системы, положение нагрузок, положения и типы опор, величины вводимых зазоров, параметры нагрузок и нагрева, вызывающие предварительные напряжённые состояния.

Для анализа поведения систем в зависимости от параметра проектирования в ряде случаев используется ЭВМ, в том числе средства компьютерной математики.

Б.3.27.2. Введение в методы оптимизации (по выбору).

Линейное программирование. Базисные решения. Критерий разрешимости задачи. Симплекс-таблица. Элементарное преобразование базиса и симплекс-таблица. Алгоритм симплекс-метода. Модифицированный симплекс-метод. Двойственность в линейном программировании. Двойственный симплекс-метод.

Б.4. Физическая культура.

Социальная значимость физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности. Научно-биологические, педагогические и практические основы физической культуры и здорового образа жизни. Мотивационно-ценностное отношение к физической культуре, установка на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом. Овладение системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, психическое благополучие, развитие и совершенствование психофизических способностей, качеств и свойств личности, самоопределение в физической культуре и спорте. Приобретение личного опыта повышения двигательных и функциональных возможностей, обеспечение общей и профессионально-прикладной физической подготовленности к будущей профессии и быту. Создание основы для творческого и методически обоснованного использования физкультурно-спортивной деятельности в целях последующих жизненных и профессиональных достижений.

Б.5. Учебная и производственная практики

Б.5.1. Учебная практика.

Дисциплина входит в цикл научно-практической подготовки в качестве прикладной дисциплины специальности.

Цели дисциплины – закрепление полученных теоретических знаний по дисциплинам компьютерного цикла, а также практических навыков работы на современных ЭВМ.

Задачи дисциплины – освоение следующих информационных объектов:

- технические и программные средства реализации информационных процессов;
- алгоритмизация и программирование;
- программное обеспечение и технологии программирования;
- процедуры, отладка и тестирование программ, применение и модификация программных продуктов;
- текстовые редакторы и их применение;
- модели решения функциональных и вычислительных задач;
- языки программирования высокого уровня;
- базы данных;
- локальные и глобальные сети ЭВМ;
- способы проектирования алгоритмов, структуризация алгоритмов.

Б.5.2. I производственная практика.

Дисциплина входит в цикл научно-практической подготовки в качестве прикладной дисциплины специальности.

Цели дисциплины – закрепление полученных теоретических и практических знаний по дисциплинам компьютерного цикла, а также адаптацию к рынку труда по данному направлению.

Задача практики - ознакомление с производством, организацией работы конструкторского и технологического отделов, нормативно-технической документацией; ознакомление с технологическими процессами и оборудованием, методами контроля технологических параметров и качества продукции; закрепление знаний в научно-исследовательской области профессиональной деятельности.

Б.5.2. II производственная практика.

Дисциплина входит в цикл научно-практической подготовки в качестве прикладной дисциплины специальности.

Цель дисциплины – приобретение опыта в исследовании научной проблемы или решении реальной инженерной задачи.

Задача практики – подготовка материалов для выпускной квалификационной работы: изучение публикаций по теме, постановка задачи.

Б.6. Итоговая государственная аттестация

Подведение итога четырехлетнего обучения студентов и защита квалификационной работы на степень бакалавра по направлению «Прикладная механика» на примере решения конкретной научно-исследовательской или научно-технической задачи в одной из областей техники.

Б.6.1. Исследовательская и расчетные части.

Результаты теоретического и экспериментального исследований, полученные студентом в процессе выполнения научно-исследовательской работы, проводимой в лабораториях НИИ; результаты разработки моделей проектируемого устройства и исследования этих моделей; результаты математического моделирования отдельных схем и узлов проектируемого устройства; оригинальные методы расчёта.

Должны быть представлены:

- алгоритмы численной реализации математической модели (с обоснованием);
- программы численного расчета рабочих характеристик системы;
- результаты адаптации существующих программных систем (например, библиотеки конечных элементов и др.);
- результаты тестирования и верификации программно-алгоритмического обеспечения.

Основное внимание при выполнении квалификационной работы должно быть сосредоточено на понимании физического смысла (содержания) получаемых численных результатов, на их интерпретации и использовании в практике проектирования.

Б.6.2. Экономическая часть.

Обоснование экономической целесообразности применения используемых методов и подходов.

Б.6.2. Безопасность жизнедеятельности.

7. Список разработчиков ПООП, экспертов

Разработчики:

МГТУ им. Н.Э.Баумана	Председатель научно-методического совета по механике Минобрнауки РФ, председатель УМС “Прикладная механика” УМО вузов и председатель УМК “Динамика и прочность машин”, Лауреат премии президента РФ, зав. каф. “Прикладная механика” МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН	О.С.Нарайкин
МГТУ им. Н.Э.Баумана	Заслуженный деятель науки и техники РФ, Лауреат премии Совета Министров СССР, действительный член МАН ВШ, д.т.н., профессор каф. “Прикладная механика” МГТУ им. Н.Э.Баумана	В.А. Светлицкий
МГТУ им. Н.Э.Баумана	Профессор каф. “Прикладная механика” МГТУ им. Н.Э.Баумана, зам. председателя УМС по направлению “Прикладная механика”, д.т.н.	Ф.Д. Сорокин
МГТУ им. Н.Э.Баумана	Доцент каф. “Прикладная механика” МГТУ им. Н.Э.Баумана, член УМК “Динамика и прочность машин”, член УМС “Прикладная механика”, к.т.н.	Н.А.Сухова
МАИ	Зав. каф. “Сопроотивление материалов, динамика и прочность машин” профессор	Д.В. Тарлаковский
МАИ	Профессор каф. “Строительная механика и прочность”	Т.В. Гришанина

 (место работы)

 (занимаемая должность)

 (инициалы, фамилия)

Эксперты:		
Института проблем машиноведения РАН	Директор, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., проф.	Д.А. Индейцев
ИМАШ им. А.А.Благонравова РАН	Зав. лабораторией, д.т.н., проф.	Г.Я. Пановко
Курчатовский центр синхротронного излучения и нанотехнологий РНЦ “Курчатовский институт”	Исполнительный директор, д.т.н., проф.	В.В. Квардаков
ОАО “Алмаз” им. академика А.А. Расплетина	Заместитель главного конструктора	А.С. Румянцев

 (место работы)

 (занимаемая должность)

 (инициалы, фамилия)